

DOCUMENTO DI CONSENSO

# Documento di consenso ANMCO/SICI-GISE/SIC/SIECVI/SIRM: Appropriatezza dell'imaging multimodale nelle patologie cardiovascolari

con l'approvazione della:

Consulta delle Società Cardiologiche (CSC)

ANMCO - ATBV - AICPR - GIEC - ITAHFA - SICOA - SICP - SIT

Federico Nardi<sup>1</sup> (Coordinatore), Paolo Giuseppe Pino<sup>2</sup> (Coordinatore), Domenico Gabrielli<sup>3</sup> (Coordinatore), Furio Colivicchi<sup>4</sup>, Maurizio Giuseppe Abrignani<sup>5</sup>, Antonio Francesco Amico<sup>6</sup>, Nadia Aspromonte<sup>7</sup>, Francesco Antonio Benedetto<sup>8</sup>, Erika Bertella<sup>9</sup>, Lidia Maria Boccardi<sup>10</sup>, Chiara Bucciarelli Ducci<sup>11</sup>, Pasquale Caldarola<sup>12</sup>, Marco Campana<sup>13</sup>, Pio Caso<sup>14</sup>, Rodolfo Citro<sup>15</sup>, Anna Maria Costante<sup>16</sup>, Benedetta Carla De Chiara<sup>17,18</sup>, Ernesto Di Cesare<sup>19</sup>, Stefania Angela Di Fusco<sup>4</sup>, Stefano Domenicucci<sup>20</sup>, Iolanda Enea<sup>21</sup>, Paola Erba<sup>22</sup>, Giorgio Faganello<sup>23</sup>, Silvia Favilli<sup>24</sup>, Giovanna Geraci<sup>25</sup>, Raffaele Giubbini<sup>26</sup>, Nicola Giunta<sup>27</sup>, Vincenzo Guido<sup>28</sup>, Massimo Imazio<sup>29</sup>, Georgette Khoury<sup>30</sup>, Giovanni La Canna<sup>31</sup>, Donato Mele<sup>32</sup>, Antonella Maurizia Moreo<sup>17</sup>, Giuseppe Guglielmo Mercuro<sup>33</sup>, Giuseppe Musumeci<sup>34</sup>, Danilo Neglia<sup>35</sup>, Iris Parrini<sup>36</sup>, Bruno Pinamonti<sup>37</sup>, Luigi Pollarolo<sup>1</sup>, Gianluca Pontone<sup>38</sup>, Carmelo Privitera<sup>39</sup>, Carmine Riccio<sup>40</sup>, Gianfranco Sinagra<sup>37</sup>, Stefano Urbinati<sup>41</sup>, Ferdinando Varbella<sup>42</sup>, Massimo Zoni Berisso<sup>20</sup>, Guerrino Zuin<sup>43</sup>, Andrea Di Lenarda<sup>23</sup> (Coordinatore), Michele Massimo Gulizia<sup>44,45</sup> (Coordinatore)

<sup>1</sup>S.C. Cardiologia, Ospedale Santo Spirito, Casale Monferrato (AL)

<sup>2</sup>U.O.S.D. Diagnostica Cuore, Dipartimento Cardiovascolare, Ospedale San Camillo, A.O. San Camillo-Forlanini, Roma

<sup>3</sup>ASUR Marche - Area Vasta 4 Fermo, Ospedale Civile Augusto Murri, Fermo

<sup>4</sup>U.O.C. Cardiologia-UTIC, Presidio Ospedaliero San Filippo Neri, ASL Roma 1, Roma

<sup>5</sup>U.O. Cardiologia, Presidio Ospedaliero Sant'Antonio Abate, A.S.P. 9, Erice (TP)

<sup>6</sup>U.O. Cardiologia-UTIC, Ospedale San Giuseppe da Copertino, A.S.L. Lecce, Copertino (LE)

<sup>7</sup>Cardiologia 1, Policlinico Agostino Gemelli, Roma

<sup>8</sup>Cardiologia-UTIC, Grande Ospedale Metropolitano Bianchi-Melacrino-Morelli, Reggio Calabria

<sup>9</sup>U.O. Cardiologia, Humanitas Gavazzeni, Bergamo

<sup>10</sup>Cardiologia 2, Ospedale San Camillo, A.O. San Camillo-Forlanini, Roma

<sup>11</sup>Bristol Heart Institute, University of Bristol, Bristol, UK

<sup>12</sup>Cardiologia-UTIC, Ospedale San Paolo, Bari

<sup>13</sup>U.O. Cardiologia, Istituto Ospedaliero Fondazione Poliambulanza, Brescia

<sup>14</sup>U.O.C. Cardiologia, A.O.R.N. Ospedale dei Colli, P.O. Vincenzo Monaldi, Napoli

<sup>15</sup>U.O.C. Cardiologia, Dipartimento Cuore, A.O.U. San Giovanni di Dio e Ruggi d'Aragona, Salerno

<sup>16</sup>S.C. Cardiologia, Ospedale Civile SS. Antonio e Biagio e Cesare Arrigo, Alessandria

<sup>17</sup>Cardiologia 4 - Diagnostica e Riabilitativa, ASST Grande Ospedale Metropolitano Niguarda, Milano

<sup>18</sup>Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Milano

<sup>19</sup>Dipartimento di Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Sezione di Medicina Clinica e Molecolare, Università degli Studi, L'Aquila

<sup>20</sup>Dipartimento di Cardiologia, ASL 3, Ospedale Padre A. Micone, Genova

<sup>21</sup>U.O.C. Medicina e Chirurgia d'Urgenza, A.O. Sant'Anna e San Sebastiano, Caserta

<sup>22</sup>Centro Regionale di Medicina Nucleare, Azienda Ospedaliero-Universitaria Pisana, Dipartimento di Ricerca Traslationale e delle Nuove Tecnologie in Medicina, Università degli Studi, Pisa

<sup>23</sup>S.C. Cardiovascolare e Medicina dello Sport, Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste

<sup>24</sup>Cardiologia Pediatrica, A.O.U. Meyer, Firenze

Gli autori dichiarano nessun conflitto di interessi.

Per la corrispondenza:

**Dr. Federico Nardi** S.C. Cardiologia, Ospedale Santo Spirito, Via Giolitti 2, 15033 Casale Monferrato (AL)

e-mail: federico.nardi1@gmail.com

**Dr. Michele Massimo Gulizia** U.O.C. Cardiologia, Ospedale Garibaldi-Nesima, Azienda di Rilievo Nazionale e Alta Specializzazione "Garibaldi", Via Palermo 636, 95122 Catania

e-mail: segreteria@periltuocuore.it

- <sup>25</sup>U.O. Cardiologia, A.O.R. Villa Sofia-Cervello, P.O. Cervello, Palermo
- <sup>26</sup>Dipartimento Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica, Divisione di Medicina Nucleare, Università degli Studi, Brescia
- <sup>27</sup>U.O.C. Cardiologia-UTIC, Azienda di Rilievo Nazionale e Alta Specializzazione, P.O. Civico e Benfratelli, Palermo
- <sup>28</sup>Cardiologia, Ospedale G.B. Grassi, Ostia (RM)
- <sup>29</sup>Cardiologia, Presidio Molinette, A.O.U. Città della Salute e della Scienza di Torino, Torino
- <sup>30</sup>S.C. Cardiologia, A.O. Santa Maria, Terni
- <sup>31</sup>Ecocardiografia Cardiochirurgica, Ospedale San Raffaele, Milano
- <sup>32</sup>S.S.D. Cardiologia Non Invasiva, Azienda Ospedaliero-Universitaria di Ferrara, Arcispedale Sant'Anna, Ferrara
- <sup>33</sup>Cardioangiologia, A.O.U. Policlinico Monserrato, Monserrato (CA)
- <sup>34</sup>S.C. Cardiologia, A.O. Santa Croce e Carle, Cuneo
- <sup>35</sup>Cardiologia e Medicina Cardiovascolare, Fondazione Toscana Gabriele Monasterio, Pisa
- <sup>36</sup>S.C. Cardiologia, Ospedale Mauriziano Umberto I, Torino
- <sup>37</sup>S.C. Cardiologia, DAI Cardiovascolare, Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste, Università degli Studi, Trieste
- <sup>38</sup>U.O. Risonanza Magnetica, Centro Cardiologico Monzino, IRCCS, Milano
- <sup>39</sup>U.O.C. Radiologia, Ospedale Vittorio Emanuele, Catania
- <sup>40</sup>U.O.S.D. Follow-Up del Paziente Post-Acuto, A.O. Sant'Anna e San Sebastiano, Caserta
- <sup>41</sup>U.O.C. Cardiologia, Ospedale Bellaria, AUSL di Bologna
- <sup>42</sup>S.C. Cardiologia, Ospedale degli Infermi, Rivoli (TO)
- <sup>43</sup>U.O. Cardiologia, Ospedale dell'Angelo, Mestre (VE)
- <sup>44</sup>U.O.C. Cardiologia, Ospedale Garibaldi-Nesima, Azienda di Rilievo Nazionale e Alta Specializzazione "Garibaldi", Catania
- <sup>45</sup>Presidente Fondazione per il Tuo cuore

Revisori del Documento

Alessandro Aiello (ANMCO), Vincenzo Amodeo (ANMCO), Fulvio Bellocchi (GIEC), Francesco Caiazza (SICOA), Roberto Caporale (ANMCO), Giancarlo Casolo (ANMCO), Manlio Gianni Cipriani (ANMCO), Giuseppe Di Tano (ANMCO), Giuseppina Maura Francese (ANMCO), Claudio Fresco (ATBV), Francesco Gabbriellini (SIT), Gian Franco Gensini (ITAHFA e SIT), Fabiana Lucà (ANMCO), Gian Francesco Mureddu (AICPR), Adriano Murrone (ANMCO), Roberto Franco Enrico Pedretti (AICPR), Enrico Pusineri (SICOA), Loris Roncon (ANMCO), Andrea Rubboli (ATBV), Maria Giovanna Russo (SICP), Maurizio Santomauro (GIEC), Fortunato Scotto di Uccio (ANMCO), Ugo Vairo (SICP), Serafina Valente (ANMCO)

The complexity of cardiovascular diseases has led to an extensive use of technological instruments and the development of multimodality imaging. This extensive use of different cardiovascular imaging tests in the same patient has increased costs and waiting times.

The concept of appropriateness has changed over time. Appropriateness criteria address the need for specific cardiovascular imaging tests in well-defined clinical scenarios, and define the kind of cardiovascular imaging that is appropriated for each clinical scenario in different stages of the disease. The concept of appropriateness criteria has replaced the old idea of appropriate use criteria and reflects the increasing effort of the international Scientific Societies to create and review in a critical way the management of diagnostic tests used by clinicians.

The aim of this Italian consensus document is to address the use of multimodality imaging in the diagnosis and management of the major cardiovascular clinical scenarios, taking into consideration not only the international guidelines and scientific documents already published, but also the reality of Italian laws as well as the various professional profiles involved in patient management and availability of technological diagnostic instruments.

**Key words.** Acute coronary syndrome; Appropriate use criteria; Arrhythmias; Cardiac imaging; Cardiac magnetic resonance; Cardiomyopathies; Cardiovascular multimodality imaging; Chronic coronary syndrome; Computed tomography; Echocardiography; Heart failure; Hypertension; Nuclear imaging; Patent foramen ovale; Positron emission tomography; Valvular heart disease.

G Ital Cardiol 2020;21(1):34-88

1. Introduzione . . . . .	37	3.1.4 Scintigrafia miocardica perfusionale . . . . .	42
2. Appropriatazza dell'imaging multimodale nel dipartimento di emergenza . . . . .	38	3.1.5 Risonanza magnetica cardiaca . . . . .	42
2.1 Percorso nel dolore toracico o equivalente . . . . .	38	3.1.6 Tomografia computerizzata coronarica . . . . .	42
2.2 Percorso nella sincope . . . . .	38	3.2 Percorsi diagnostici nei pazienti con sindrome coronarica acuta sospetta o certa . . . . .	42
2.3 Percorso nella dispnea . . . . .	39	3.2.1 Scenario 1: Sindrome coronarica acuta sospetta . . . . .	42
2.4 Percorso nell'ictus . . . . .	40	3.2.2 Scenario 2: Sindrome coronarica acuta senza soprasslivellamento del tratto ST certa. Scelta della strategia invasiva immediata, precoce, programmata . . . . .	42
2.5 Arresto cardiaco rianimato . . . . .	40	3.2.3 Scenario 3: Sindrome coronarica acuta con soprasslivellamento del tratto ST. . . . .	43
3. Sindromi coronariche acute . . . . .	41	4. Sindromi aortiche acute . . . . .	43
3.1 Imaging nella sindrome coronarica acuta . . . . .	41		
3.1.1 Ecocardiografia . . . . .	41		
3.1.2 Tecniche ecocardiografiche avanzate . . . . .	42		
3.1.3 Eco-stress . . . . .	42		

4.1 Definizione clinica . . . . .	43	8.3 Scenario 1: Paziente sintomatico con angina pectoris (o suoi equivalenti) stabile e senza precedente evidenza di malattia coronarica . . . . .	57
4.2 Definizione del rischio di malattia e della probabilità pre-test . . . . .	43	8.4 Scenario 2: Paziente sintomatico con precedente storia di rivascularizzazione . . . . .	57
4.3 Esami indicati e accuratezza diagnostica . . . . .	44	8.5 Scenario 3: Paziente asintomatico: ruolo dello screening preoperatorio (chirurgia non cardiaca) nei pazienti con cardiopatia ischemica nota . . . . .	57
4.4 Imaging multimodale nei diversi scenari . . . . .	44	9. Aritmie . . . . .	59
4.5 Appropriattezza per diagnostica, terapia e follow-up . . . . .	44	9.1 Meccanismi fisiopatologici delle aritmie e implicazioni cliniche . . . . .	59
5. Embolia polmonare . . . . .	45	9.2 Razionale di un'appropriatea valutazione con imaging multimodale dei soggetti con aritmia: scenari clinici . . . . .	59
5.1 Definizione clinica e classificazione . . . . .	45	9.3 Fibrillazione atriale . . . . .	59
5.2 Definizione del rischio di malattia e della probabilità pre-test . . . . .	46	9.4 Flutter atriale . . . . .	59
5.3 Test attualmente in uso . . . . .	46	9.4.1 Valutazione generale . . . . .	59
5.4 Scenario 1: Diagnosi . . . . .	46	9.4.2 Dimensioni e funzione atriale . . . . .	59
5.4.1 Diagnosi nel paziente ad alto rischio di mortalità . . . . .	46	9.4.3 Ricerca di trombi pre-cardioversione/pre-ablazione . . . . .	59
5.4.2 Diagnosi nel paziente non ad alto rischio di mortalità con probabilità clinica pre-test alta oppure con D-dimero positivo e probabilità clinica pre-test intermedia o bassa . . . . .	46	9.5 Tachicardia da rientro nel nodo atrioventricolare . . . . .	60
5.4.3 Diagnosi nel paziente non ad alto rischio di mortalità con D-dimero negativo e probabilità clinica pre-test intermedia o bassa . . . . .	47	9.6 Tachicardia da rientro atrioventricolare . . . . .	60
5.5 Scenario 2: Diagnosi nella donna in gravidanza . . . . .	47	9.7 Battiti prematuri ventricolari . . . . .	60
5.6 Scenario 3: Stratificazione prognostica e scelta terapeutica nel paziente a basso rischio di mortalità, a rischio intermedio-basso, intermedio-alto e ad alto rischio . . . . .	47	9.8 Tachicardia ventricolare . . . . .	60
5.7 Scenario 4: Recidiva di tromboembolia polmonare . . . . .	47	9.9 Bradiaritmie . . . . .	61
5.8 Scenario 5: Follow-up . . . . .	47	10. Patologia valvolare nativa cronica . . . . .	61
5.8.1 Paziente senza disfunzione del ventricolo destro alla dimissione . . . . .	47	10.1 Scenario 1: Sospetta valvulopatia . . . . .	62
5.8.2 Paziente con disfunzione del ventricolo destro alla dimissione . . . . .	47	10.2 Scenario 2: Stenosi aortica . . . . .	62
6. Ipertensione arteriosa . . . . .	48	10.3 Scenario 3: Insufficienza aortica . . . . .	62
6.1 Iperteso di prima diagnosi . . . . .	48	10.4 Scenario 4: Stenosi mitralica . . . . .	64
6.2 Scenario 1: Ipertensione di prima diagnosi . . . . .	48	10.5 Scenario 5: Insufficienza mitralica . . . . .	65
6.3 Scenario 2: Follow-up dell'iperteso stabile . . . . .	49	10.5.1 Forme primarie . . . . .	65
6.4 Scenario 3: Emergenze e urgenze ipertensive . . . . .	49	10.5.2 Forme secondarie a disfunzione ventricolare sinistra primitiva o ischemica . . . . .	65
6.4.1 Insufficienza acuta del ventricolo sinistro . . . . .	50	10.5.3 Forme secondarie a endocardite infettiva . . . . .	65
6.4.2 Sindromi aortiche acute . . . . .	50	11. Protesi valvolare . . . . .	65
6.4.3 Sindromi coronariche acute . . . . .	50	11.1 Scenario 1: Follow-up dei pazienti asintomatici . . . . .	66
6.4.4 Emergenze ipertensive e patologia cerebrovascolare acuta . . . . .	50	11.2 Scenario 2: Sintomi e segni clinici di disfunzione . . . . .	66
6.5 Scenario 4: Diagnosi di cardiopatia ischemica . . . . .	50	11.3 Scenario 3: Sintomi e segni clinici di distacco . . . . .	67
7. Scopenso cardiaco . . . . .	50	11.4 Scenario 4: Sospetta endocardite infettiva . . . . .	67
7.1 Scopenso cardiaco con frazione di eiezione conservata, intermedia e ridotta . . . . .	51	12. Endocardite infettiva . . . . .	67
7.2 Imaging cardiovascolare nello scopenso cardiaco . . . . .	51	12.1 Definizione clinica . . . . .	67
7.3 Scenario 1: Imaging cardiovascolare nella diagnosi iniziale di scopenso cardiaco . . . . .	51	12.2 Definizione del rischio di malattia . . . . .	67
7.3.1 Pazienti asintomatici . . . . .	51	12.3 Definizione della probabilità pre-test . . . . .	68
7.3.2 Pazienti sintomatici . . . . .	51	12.4 Scenario 1: Sospetto clinico di diagnosi . . . . .	68
7.4 Scenario 2: Imaging cardiovascolare nella definizione dell'eziologia . . . . .	51	12.4.1 Valvole native . . . . .	68
7.5 Scenario 3: Imaging cardiovascolare nella pianificazione del trattamento . . . . .	53	12.4.2 Protesi e dispositivi . . . . .	70
7.5.1 Valutazione della vitalità/ischemia miocardica per eventuali procedure di rivascularizzazione . . . . .	53	12.5 Scenario 2: Guida alla terapia . . . . .	70
7.5.2 Candidabilità ad impianto di defibrillatore . . . . .	53	12.5.1 Valvole native, protesi e dispositivi . . . . .	70
7.5.3 Indicazione alla terapia di resincronizzazione cardiaca . . . . .	53	12.6 Scenario 3: Follow-up a 3 mesi . . . . .	70
7.5.4 Indicazione ad impianto di dispositivo di assistenza ventricolare . . . . .	53	13. Patologia pericardica . . . . .	70
7.5.5 Indicazione a correzione del rigurgito mitralico secondario . . . . .	54	13.1 Scenario 1: Pericardite . . . . .	70
7.6 Scenario 4: Imaging cardiovascolare nel follow-up . . . . .	54	13.1.1 Principali cause e rischio di malattia . . . . .	70
7.7 Appropriattezza nello scopenso cardiaco acuto . . . . .	54	13.1.2 Imaging nella pericardite . . . . .	70
7.7.1 Scenario 1: Diagnosi . . . . .	54	13.1.3 Appropriattezza dei diversi test diagnostici: criteri generali . . . . .	70
7.7.2 Scenario 2: Terapia . . . . .	54	13.2 Scenario 2: Versamento pericardico e tamponamento cardiaco . . . . .	71
7.7.3 Scenario 3: Diagnosi eziologica . . . . .	55	13.2.1 Principali cause e rischio di malattia . . . . .	71
8. Cardiopatia ischemica cronica . . . . .	55	13.2.2 Test attualmente in uso . . . . .	71
8.1 Definizione del rischio di malattia e della probabilità pre-test nei tre scenari clinici identificati . . . . .	55	13.2.3 Appropriattezza dei diversi test diagnostici . . . . .	71
8.1.1 Stima della probabilità pre-test . . . . .	55	13.3 Scenario 3: Pericardite costrittiva . . . . .	72
8.1.2 Stratificazione del rischio . . . . .	56	13.3.1 Principali cause e rischio di malattia . . . . .	72
8.2 Test diagnostici attualmente in uso . . . . .	56	13.3.2 Test attualmente in uso . . . . .	72
8.2.1 Ecocardiografia basale . . . . .	56	13.3.3 Appropriattezza dei diversi test diagnostici . . . . .	72
8.2.2 Eco-stress . . . . .	56	14. Cardiomiopatia . . . . .	72
8.2.3 SPECT/PET . . . . .	56	14.1 Scenario 1: Diagnosi di cardiomiopatia (disfunzione ed eziologia) . . . . .	73
8.2.4 Risonanza magnetica cardiaca . . . . .	56	14.1.1 Fenotipi morfofunzionali MOGE(S) 2014 . . . . .	74
8.2.5 Angio-tomografia coronarica . . . . .	56	14.2 Scenario 2: "Decision making" per le strategie di trattamento e prevenzione della morte improvvisa . . . . .	74
		14.3 Scenario 3: Follow-up . . . . .	74
		15. Paziente adulto con cardiopatia congenita . . . . .	74
		15.1 Ecocardiografia transtoracica . . . . .	75
		15.1.1 Eco-stress . . . . .	75
		15.1.2 Ecocardiografia transesofagea . . . . .	75
		15.2 Risonanza magnetica cardiaca . . . . .	75
		15.3 Tomografia computerizzata . . . . .	76
		16. Paziente oncologico . . . . .	76
		16.1 Chemioterapia . . . . .	77
		16.1.1 Complicanze acute . . . . .	77
		16.1.2 Complicanze tardive . . . . .	77

16.1.3 Guida alla terapia . . . . .	78
16.1.4 Follow-up . . . . .	78
16.2 Radioterapia . . . . .	78
16.2.1 Aspetti diagnostici . . . . .	78
16.2.2 Guida alla terapia . . . . .	79
16.2.3 Follow-up . . . . .	79
16.3 Tumori cardiaci . . . . .	79
16.3.1 Guida alla terapia . . . . .	79
16.3.2 Follow-up . . . . .	79
17. Paziente cardiologico ospedalizzato con comorbidità . . . . .	80
17.1 Con tumore . . . . .	80
17.1.1 Scenario 1: Scompenso cardiaco . . . . .	80
17.1.2 Scenario 2: Patologia pericardica . . . . .	80
17.1.3 Scenario 3: Angina e cardiopatia ischemica . . . . .	80
17.1.4 Scenario 4: Valvulopatia . . . . .	81
17.1.5 Scenario 5: Masse intracardiache . . . . .	81
17.2 Con diabete . . . . .	81
17.2.1 Scenario 1: Valvulopatia . . . . .	81
17.2.2 Scenario 2: Scompenso cardiaco . . . . .	81
17.2.3 Scenario 3: Cardiopatia ischemica . . . . .	81
17.2.4 Scenario 4: Vasculopatia . . . . .	81
17.3 Con insufficienza renale cronica . . . . .	81
17.3.1 Scenario 1: Insufficienza renale moderata e progressiva . . . . .	82
17.3.2 Scenario 2: Paziente con insufficienza renale severa in dialisi in attesa di trapianto renale . . . . .	82
17.4 Con malattie reumatologiche . . . . .	82
17.4.1 Artrite reumatoide . . . . .	82
17.4.2 Sclerodermia . . . . .	82
17.4.3 Lupus eritematoso sistemico . . . . .	84
17.4.4 Scenario 1: Scompenso cardiaco . . . . .	85
17.4.5 Scenario 2: Patologia pericardica . . . . .	85
17.4.6 Scenario 3: Valvulopatia . . . . .	85
17.4.7 Scenario 4: Angina e cardiopatia ischemica . . . . .	85
17.4.8 Scenario 5: Ipertensione arteriosa polmonare . . . . .	85
18. Riassunto . . . . .	85
19. Bibliografia . . . . .	85

SPECT	tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo
SSFP	steady-state free precession
STEMI	infarto miocardico con soprasslivellamento del tratto ST
TC	tomografia computerizzata
TEP	tromboembolia polmonare

## 1. INTRODUZIONE

Il concetto di appropriatezza applicato alla cura della salute mette sul piatto della bilancia il rischio ed il beneficio di un trattamento, di un test diagnostico o di una procedura nell'ambito delle risorse disponibili per un determinato paziente con specifiche caratteristiche. I criteri di appropriatezza dovrebbero fornire lo strumento adatto a confortare il clinico nel giudicare se un paziente è un ragionevole candidato per eseguire un determinato trattamento, test diagnostico o procedura. Questa è attualmente la definizione più accettata per definire l'appropriatezza che nei documenti riguarderà i soli test diagnostici.

Il concetto di "appropriatezza" successivamente è stato sostituito da quello dei "criteri per l'uso appropriato". La pubblicazione degli *appropriate use criteria* (AUC)<sup>1</sup> riflette il crescente sforzo delle Società Scientifiche di "creare, rivedere e sistematizzare in modo critico ed organico tutte quelle situazioni cliniche nelle quali i test diagnostici e le procedure sono utilizzate dai medici curanti anche per i pazienti con patologie cardiovascolari".

Il processo si basa sulle conoscenze attuali delle tecnologie e della loro applicazione nelle varie metodiche di imaging. Per tutte le patologie dovrebbero essere formulati gli AUC delle varie metodiche di cardioimaging. Gli AUC sono classificati in tre gruppi:

1. Appropriato (A=*Appropriate*): score 7-9
2. Può essere appropriato (M=*May be appropriate*): score 4-6
3. Raramente appropriato (R=*Rarely appropriate*): score 1-3.

L'attribuzione di un test ad uno dei tre gruppi è molto complessa. Generalmente un gruppo di esperti valuta il test attribuendo un punteggio sulla base delle evidenze scientifiche (linee guida, raccomandazioni, ecc.). Il panel di esperti solitamente è costituito non solo da tecnici ed esperti di imaging, ma anche da clinici per equilibrare la possibilità che singole metodiche siano preferite rispetto alle altre o che non vengano prese in considerazione strategie che non prevedono l'uso di test diagnostici.

Con meccanismi diversi a seconda delle metodiche e delle Società, si crea un flusso di attività per la stesura e la verifica degli AUC<sup>2</sup>. Possono essere seguiti diversi metodi per applicare gli AUC. Si può partire dalla metodica e valutarne l'appropriatezza nelle singole patologie oppure partire dalle diverse patologie e valutare per ciascuna l'appropriatezza dei vari metodi diagnostici. Quest'ultimo metodo ci è sembrato più adatto ad evidenziare la potenzialità dell'imaging multimodale.

Questo documento di consenso è nato tenendo conto non solo delle linee guida internazionali e dei documenti scientifici pubblicati, ma anche della realtà clinica e legislativa italiana oltre che dei vari profili professionali coinvolti nell'iter gestionale dei pazienti. Per redigere ed elaborare il documento abbiamo pensato di attuare la seguente metodologia che ha coinvolto 48 redattori, 12 revisori, 24 professionisti per il rating:

1. *Writing panel* composto da 48 redattori. Gli autori di ciascun capitolo sono stati composti da almeno un clinico ed almeno un esperto di imaging. Per la patologia a loro affidata hanno fatto riferimento alle più recenti ed appropria-

## ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

2D	bidimensionale
3D	tridimensionale
ANMCO	Associazione Nazionale Medici Cardiologi Ospedalieri
AUC	appropriate use criteria
CACS	coronary artery calcium score
CCTA	angio-tomografia coronarica
CRT	terapia di resincronizzazione cardiaca
CUS	ecografia venosa a compressione
DE	dipartimento di emergenza
ECG	elettrocardiogramma
ECMO	ossigenazione a membrana extracorporea
EI	endocardite infettiva
EPA	edema polmonare acuto
ESC	Società Europea di Cardiologia
ETE	ecocardiografia transesofagea
ETT	ecocardiografia transtoracica
FA	fibrillazione atriale
FDG	fluorodesossiglucosio
FE	frazione di eiezione
GLS	strain longitudinale globale
GUCH	cardiopatie congenite dell'adulto
HFmrEF	scompenso cardiaco con frazione di eiezione intermedia
HFpEF	scompenso cardiaco con frazione di eiezione conservata
HFrEF	scompenso cardiaco con frazione di eiezione ridotta
ICD	cardioverter-defibrillatore impiantabile
IHD	cardiopatia ischemica cronica
IRC	insufficienza renale cronica
IVS	ipertrofia ventricolare sinistra
LGE	late gadolinium enhancement
NSTEMI	infarto miocardico senza soprasslivellamento del tratto ST
PET	tomografia ad emissione di positroni
RM	risonanza magnetica
RMC	risonanza magnetica cardiaca
SC	scompenso cardiaco
SCA	sindrome coronarica acuta
SIC	Società Italiana di Cardiologia
SICI-GISE	Società Italiana di Cardiologia Interventistica
SIECVI	Società Italiana di Ecocardiografia e Cardiovascular Imaging
SIRM	Società Italiana di Radiologia Medica e interventistica

te linee guida, raccomandazioni ed ovviamente, qualora siano già presenti in letteratura, alle pubblicazioni sugli AUC. Gli estensori hanno redatto una prima griglia con la proposta di votazione per il grading dell'appropriatezza.

2. *Review panel.* I singoli capitoli sono stati revisionati dai 5 coordinatori del documento.
3. *Rating panel round 1.* Tutti i capitoli sono stati presentati dagli estensori (writing panel), sono stati discussi collegialmente con gli autori del documento e con un panel di esperti di imaging e di clinica, composto da 24 professionisti afferenti alle Società Scientifiche coinvolte nel documento, con contestuale votazione. Il livello di appropriatezza è direttamente proporzionale allo score attribuito.
4. *Rating panel round 2.* Ciascun capitolo è stato successivamente rivalutato dai singoli estensori con il Review Panel inserendo commenti e variazioni approvate in sede di rating panel round 1 con successiva revisione finale.
5. *Writing panel.* Finalizzazione dei capitoli.

Il punto più critico e discusso/condiviso è stata la scelta degli scenari clinici che sono il campo di utilizzazione dei test diagnostici. In generale, per ciascuna delle principali patologie è stata considerata "la maggioranza degli scenari clinici evitando liste eccessive", utilizzando un metodo pratico e comune ai più importanti lavori scientifici sui criteri di appropriatezza dei test di imaging, come propongono, ad esempio, Garbi et al.<sup>3</sup>.

Il documento non ha la finalità di spiegare come funziona una metodica né quella di illustrare gli aspetti patologici rilevabili in quella patologia anche se nel testo queste informazioni possono essere date, in particolare se, a parità di appropriatezza, si ritiene opportuno suggerire l'uso di una metodica rispetto ad un'altra, come ad esempio accade nello studio della vitalità.

## 2. APPROPRIATEZZA DELL'IMAGING MULTIMODALE NEL DIPARTIMENTO DI EMERGENZA (Tabella 1)

### 2.1 Percorso nel dolore toracico o equivalente

Il sintomo "dolore toracico" è il motivo di accesso ai dipartimenti di emergenza (DE) in una percentuale variabile tra il 5% e il 9% e rappresenta la seconda causa di accesso negli Stati Uniti<sup>4</sup>. In molte metanalisi la causa più frequente di dolore toracico è risultata la sindrome coronarica acuta (SCA), con percentuali fino al 45%<sup>5</sup>. Tuttavia, solo il 17% di questi pazienti possiede i criteri diagnostici di SCA alla presentazione, motivo per cui in circa il 2% di essi la diagnosi di SCA viene mancata ed i pazienti erroneamente dimessi<sup>6</sup>. Le problematiche legate alla gestione di tali pazienti continuano ad essere dunque di due tipi: da un lato evitare le mancate diagnosi di SCA la cui mortalità è evidentemente elevata con un notevole impatto sociale e medico-legale; dall'altro, evitare un'estensiva ospedalizzazione di casi a basso rischio che comporterebbe un eccessivo e ingiustificato aggravio della spesa sanitaria.

L'ecocardiografia transtoracica (ETT) è l'indagine di prima linea nella gestione del paziente con dolore toracico nel DE. In caso di elettrocardiogramma (ECG) non diagnostico la presenza di anomalie cinetiche (ipocinesie, acinesie o discinesie) non documentate in precedenti esami può indirizzare verso la diagnosi di una SCA. Nel caso in cui l'ecocardiografia standard non mostri anomalie della cinesia parietale, un'utile integrazione diagnostica e prognostica si può ottenere con metodiche più avanzate quali lo strain/strain rate (v. sezione 4). L'ecocardiografia

inoltre è utile, in caso di instabilità emodinamica, per la diagnosi differenziale con altre patologie (embolia polmonare, pericardite con versamento pericardico, dissezione aortica, disfunzione protesica, ostacolo all'efflusso sinistro quali la stenosi aortica o la cardiomiopatia ipertrofica ostruttiva).

Fra i pazienti che accedono al DE per dolore toracico suggestivo di malattia coronarica, ma in assenza di significative alterazioni all'ECG o di alterazioni dei biomarcatori, occorre individuare quelli ad alto rischio di sviluppare una SCA. In pazienti a rischio intermedio-alto con dolore toracico, se l'ECG è negativo, dubbio o non interpretabile, la troponina è negativa o dubbia e i sintomi sono cessati da almeno 12h è perciò indicato un test di imaging funzionale quale l'eco-stress (eco-stress farmacologico o fisico, associato o meno allo studio della perfusione miocardica con mezzi di contrasto dedicati e della riserva coronarica) o la scintigrafia miocardica (tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo [SPECT]), ampiamente utilizzata per valutare la perfusione del tessuto miocardico, l'esistenza o l'estensione di un danno miocardico e differenziare i difetti di perfusione reversibili rispetto a quelli irreversibili da pregressa necrosi.

La tomografia computerizzata (TC) coronarica è invece un test di imaging anatomico che consente l'identificazione delle stenosi emodinamicamente significative (>50%), con elevato valore predittivo negativo (>90%)<sup>7</sup>.

Nella gestione del dolore toracico nel DE è ampiamente riconosciuta come auspicabile la disponibilità di una metodica diagnostica in grado, nei casi di dolore toracico non rapidamente inquadrabile con i più comuni strumenti diagnostici (ECG, biomarcatori, emogasanalisi, Rx torace), di escludere la presenza di condizioni cliniche potenzialmente evolutive e fatali quali la SCA, la dissezione aortica e la tromboembolia polmonare (TEP). Per questo la possibilità di eseguire un "triple rule out" con un unico test diagnostico, TC torace comprensiva dello studio TC coronarico, ha evidenti vantaggi clinici in un contesto di medicina d'urgenza: diagnosi rapida e accurata, contenimento dei costi nella dimissione di casi che avrebbero altrimenti richiesto un iter più o meno complesso ed invasivo, identificazione di diagnosi alternative.

La finalità dei test di imaging funzionali o anatomici è quella di guidare la terapia e l'eventuale esecuzione di angiografia coronarica<sup>7</sup>.

La risonanza magnetica (RM) nel triage del dolore toracico, coniugando perfusione coronarica e cinetica parietale, teoricamente potrebbe trovare indicazione in pazienti che si presentano senza modificazioni all'ECG e senza incremento della troponina, con la possibilità di ottenere in breve tempo una diagnosi differenziale tra ischemia coronarica acuta o pregressa (*late gadolinium enhancement* [LGE] subendocardico), ma nella realtà la metodica non è usata di routine. La RM cardiaca (RMC) trova spazio nella diagnosi differenziale in particolare con la miocardite o miopericardite o nella sindrome Takotsubo o equivalenti.

### 2.2 Percorso nella sincope

La sincope è una causa di accesso al DE variabile da 0.8% a 2.4%. Le cause di sincope si possono dividere in forme benigne (neuromediate, vasovagali, situazionali, ortostatiche, da ipersensibilità seno-carotide, da farmaci, da ipotensione post-prandiale, da perdita di volume vascolare) o maligne (aritmiche, da ischemia miocardica, da anomalie strutturali cardiopolmonari, attacco ischemico transitorio, emorragia subaracnoidea, furto della succlavia, cefalea)<sup>8</sup>.

**Tabella 1.** Imaging multimodale nel dipartimento di emergenza.

	ETT	ETT strain	ETT contrasto	Eco-stress	SPECT	TC (torace/coronarica)	RMC
<b>Scenario 1: Dolore toracico o equivalente</b>							
Diagnosi	A (9)	M (4)	M (4)	A (9)	A (7)	A (7)	M (6)
Guida alla terapia/indagini invasive	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)	A (9)	M (6)
<b>Scenario 2: Sincope</b>							
Diagnosi	A (7)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (7)	R (3)
Guida alla terapia/indagini invasive	A (7)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (7)	R (3)
	ETT	Eco torace	TC torace	RMC	V/Q scan		
<b>Scenario 3: Dispnea</b>							
Diagnosi	A (9)	A (9)	A (7)/M (6)	R (1)	M (6)		
Guida alla terapia/indagini invasive	A (9)	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)		
	ETT	ETE	TC torace	RMC			
<b>Scenario 4: Ictus</b>							
Diagnosi	A (9)	A (7)	A (9)	R (3)			
Guida alla terapia/indagini invasive	A (9)	A (7)	A (9)	R (3)			
<b>Scenario 5: Arresto cardiaco rianimato</b>							
Diagnosi	A (9)	M (5)	A (7)	R (1)			
Guida alla terapia/indagini invasive	M (6)	M (5)	M (5)	R (1)			

Criteria d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato. ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata; V/Q scan, scintigrafia ventilatoria/perfusionale.

La sincope può avere un impatto significativo sulla qualità di vita per il rischio di trauma che può determinare e può essere l'esordio di una morte improvvisa. Cause come l'ischemia miocardica o aritmie potenzialmente a rischio di vita (es. sindrome del QT lungo, sindrome di Brugada, tachicardia ventricolare catecolaminergica, displasia del ventricolo destro, malattia dei canali ionici, ecc.) vanno identificate per evitare il rischio di morte improvvisa. È perciò fondamentale stratificare il rischio del paziente identificando le possibili cause di sincope, definendo il rischio di un evento avverso e decidendo se il paziente va ricoverato per successive indagini<sup>8</sup>.

Nel DE nella valutazione iniziale del paziente con sincope è perciò importante identificare cause specifiche come una anemizzazione o l'elevazione della troponina che possono portare ad un preciso trattamento e stimare il rischio del paziente.

Una anamnesi accurata, l'esame obiettivo e l'esecuzione dell'ECG possono condurre ad una diagnosi sulla causa della sincope nel 50-80% dei pazienti che accedono al DE e sono considerati elementi di classe I<sup>8</sup>.

L'uso routinario dell'imaging cardiaco non è ritenuto utile nella valutazione del paziente con sincope a meno che non vi sia un sospetto di un'etiologia cardiaca sulla base della valutazione iniziale con anamnesi, esame obiettivo ed ECG. L'uso dei test di imaging è riservato alle ulteriori valutazioni che si eseguono quando una sincope rimane inspiegata dopo la valutazione iniziale.

Quando la valutazione iniziale esclude una causa benigna e suggerisce la presenza di una anomalia strutturale cardiovascolare possono essere utili l'esecuzione di specifici esami in rapporto alla diagnosi di patologia cardiovascolare nota o

sospettata. L'ETT permette l'identificazione di patologie che possono essere sospettate clinicamente, quali una stenosi aortica. La TC torace può contribuire a porre la diagnosi di embolia polmonare o dissezione aortica che possono esordire con una sincope<sup>8</sup>.

### 2.3 Percorso nella dispnea

Il sintomo "dispnea" è definito come la percezione di incapacità di respirare normalmente; essa rappresenta una causa molto comune di accesso ai DE, con percentuali variabili fra il 2.7% e l'8.7%.

In varie casistiche una percentuale di casi intorno al 25% riconosce una causa cardiaca alla base della dispnea in DE, e di queste circa il 35% è dovuto a scompenso cardiaco (SC) acuto (anche oltre nei pazienti di età >65 anni), diagnosi questa che a sua volta comporta l'ospedalizzazione in oltre l'80% dei casi. Altre patologie cardiache possibili responsabili di dispnea in DE sono: SCA (v. sezione 3), SC ad alta gittata (tiro-tossicosi, anemia, ecc.), edema polmonare, cardiomiopatie, aritmie, valvulopatie, tamponamento cardiaco.

A parte le comuni valutazioni iniziali comprendenti anamnesi, esame obiettivo, emogasanalisi, peptide natriuretico cerebrale, ECG, D-dimero, Rx torace, che orientano già sulla possibile patologia sottostante, un esame di grande utilità nella diagnosi differenziale in DE è l'ecografia polmonare. Questa metodica è sempre più utilizzata da medici urgentisti e cardiologi proprio per la sua capacità di valutare in modo rapido la presenza/assenza di pneumotorace, versamento pleurico, congestione polmonare: la presenza delle cosiddette "comete" o *B-lines* esclude infatti lo pneumotorace nella zona esaminata, mentre il numero di *B-lines* (score da 0 a 3 a

seconda del numero di comete per singolo spazio intercostale esaminato) correla bene con la quantità di acqua extravascolare presente nei polmoni (stima semi-quantitativa) consentendo di identificarla già in fasi molto precoci quando ancora l'Rx torace risulta negativo. L'esame è eseguibile in quasi tutti i pazienti e la tecnica è di facile acquisizione (circa 1 h di training in genere è sufficiente).

L'ecografia polmonare ha anche valore prognostico, in particolare nei pazienti con SC (persistenza di comete alla dimissione = peggiore prognosi), ed è un utile strumento nel monitorare la risposta del paziente alla terapia: infatti registra le variazioni della quantità di acqua extravascolare entro pochi minuti dopo terapia depletiva (diuretici o dialisi).

Altra indagine estremamente utile nella gestione del paziente con dispnea nel DE è l'ecocardiografia, in prima battuta l'ETT, grazie anche alla disponibilità di ecografi portatili o "pocket-sized" che consentono una rapida valutazione iniziale, seppur grossolana, di dati quali struttura e funzione ventricolare destra e sinistra, dimensioni e variazioni respiratorie della vena cava inferiore, presenza/assenza di versamento pericardico e, se disponibile il color Doppler, funzione valvolare.

L'uso diffuso della metodica come test precoce è legato alla sua facilità di utilizzo, alla sua riproducibilità direttamente a letto del paziente, associata a un rapporto costo-efficacia favorevole; vi sono anche degli ovvi limiti all'uso dell'esame, quali la variabilità inter/intraosservatore (specie riguardo alla valutazione visiva della cinesi parietale regionale del ventricolo sinistro), l'esperienza dell'operatore, la qualità della finestra acustica del paziente a volte non ottimale.

A seconda del sospetto diagnostico più probabile derivante dalle prime valutazioni del paziente con dispnea in DE, l'appropriatezza dell'ETT come test iniziale sarà più o meno elevata. In alcuni casi un'ETT non dirimente può essere completato dall'ecocardiografia transesofagea (ETE), che però risulta appropriata solo in contesti di acuzie molto selezionate (es. sindromi aortiche, insufficienze valvolari acute, disfunzioni di protesi valvolari).

Più complesso e meno immediato appare l'utilizzo nel DE per i pazienti con dolore toracico delle altre metodiche di imaging.

La TC trova la sua indicazione più appropriata, nei pazienti in DE con dispnea, quando si debba confermare la diagnosi di embolia polmonare, o quando il sospetto clinico sia di dissezione aortica.

La RM, rispetto all'ecocardiogramma, è certamente più precisa, fornendo informazioni specifiche specie nell'identificazione di casi di miocardite (LGE subepicardico) o sindrome Takotsubo, ma nel triage della dispnea non trova in genere indicazione all'esecuzione immediata in DE, essendo l'ecocardiogramma assai più rapido e disponibile. È stata testata nel percorso diagnostico dell'embolia polmonare, dimostrandosi però di bassa sensibilità; non sono pertanto fino ad oggi disponibili evidenze sull'accuratezza e sull'impatto della RM nella gestione dei pazienti con dispnea in DE.

Le indagini medico-nucleari, nel caso di dispnea in DE, possono trovare ragione di impiego nel percorso diagnostico di embolia polmonare: la scintigrafia polmonare (V/Q scan) può infatti essere appropriata specialmente laddove sia controindicata la TC<sup>9</sup>.

## 2.4 Percorso nell'ictus

La prevalenza dell'ictus cerebrale aumenta con l'età e dal 1990 al 2010 ha subito un progressivo aumento; i dati più

recenti, riferiti all'anno 2013, indicano, a livello mondiale, una prevalenza del 4.9% per l'ictus ischemico e dell'1.9% per l'ictus emorragico. In Italia, la prevalenza generale dell'ictus cerebrale è pari a 6.5%.

Il 25% dei colpiti da ictus muore entro 3 mesi ed il 45% perde definitivamente la propria autonomia. L'ictus ischemico è il principale sottotipo di ictus (80% dei casi); le emorragie intraparenchimali costituiscono meno del 20% dei casi e le emorragie subaracnoidee meno del 5% del totale. L'ictus ischemico su base aterotrombotica costituisce tra l'11% e il 15% degli ictus ischemici globalmente considerati. La frequenza percentuale dell'ictus cardioembolico è pari al 35% circa e quella dell'ictus lacunare al 15% circa del totale degli ictus ischemici. Negli ultimi anni si è verificata una riduzione della frequenza percentuale dell'ictus su base aterotrombotica ed arterio-sclerotica, mentre la frequenza percentuale dell'ictus cardioembolico è aumentata. L'ictus cardioembolico ha effetti peggiori rispetto alle forme non emboliche, a causa dell'occlusione di arterie intracraniche di maggiore diametro e di conseguenze con maggiori volumi di cervello ischemico<sup>10</sup>. In conclusione, in circa un terzo dei casi di ictus si pone la necessità di identificare la sorgente embolica. Per tutto ciò sia l'ETT che l'ETE rappresentano uno snodo fondamentale nella valutazione, diagnosi e trattamento di questi pazienti.

I trombi intracardiaci, in particolare quelli localizzati in auricola sinistra in corso di fibrillazione atriale (FA), sono la più frequente causa cardioembolica di ictus. Altre condizioni più rare sono però allo stesso modo considerate ad alto rischio per embolia cerebrale. Fra queste le trombosi endovenose in corso di infarto miocardico o cardiomiopatia dilatativa, i tumori cardiaci (come il mixoma e il fibroelastoma), le vegetazioni endocarditiche su valvola nativa o protesica, i trombi associati a dispositivi intracardiaci del ventricolo sinistro e gli ateromi aortici complessi. Altre anomalie cardiache documentabili con l'ecocardiografia ma in cui il rischio embolico viene considerato minore o addirittura incerto sono il forame ovale pervio e l'aneurisma del setto interatriale, la calcificazione dell'anulus mitralico o dei lembi valvolari aortici, il prollasso della mitrale e le escrescenze di Lambd. Oltre all'identificazione anatomica di possibili sorgenti emboliche bisogna menzionare in senso più lato la diagnosi di tutte le possibili patologie associabili alla FA e in particolare la valutazione del volume dell'atrio sinistro.

L'ETT e l'ETE hanno ruoli diversi nella capacità diagnostica di identificare le singole condizioni sopraelencate. Ovviamente la fattibilità dei due tipi di esami è diversa, ancor più in un contesto di emergenza, ed è legata alla disponibilità di operatori esperti nella metodica e alla difficoltà di esecuzione accentuata dalle condizioni del paziente<sup>11</sup>.

## 2.5 Arresto cardiaco rianimato

Eeguire un ecocardiogramma nel corso di un arresto cardiaco (l'unica modalità di imaging fattibile in tale contesto) è sicuramente impegnativo e, sebbene intuitivamente possa fornire informazioni aggiuntive utili al trattamento, è ancora oggetto di dibattito la possibilità di una precisa inclusione nell'algoritmo della rianimazione cardiopolmonare. Manca ancora, infatti, l'evidenza di esiti migliori rispetto alla rianimazione cardiopolmonare convenzionale senza l'uso di tale ausilio diagnostico. Il rationale del proporre l'ecocardiografia come strumento integrato nel corso della rianimazione cardiopolmonare deriva dal dato che alcune forme di dissociazione

ne cardiopolmonare possono essere trattate se diagnosticate rapidamente. L'ecocardiografia, essendo in grado di identificare le anomalie di cinetica parietale e di stabilire se l'attività meccanica cardiaca è efficiente, risulta essere molto efficace nel diagnosticare, direttamente o indirettamente, quale tipo di dissociazione elettromeccanica possa essere trattata. Per questo motivo ILCOR suggerisce di considerare l'ecocardiografia come uno strumento aggiuntivo per identificare potenziali cause reversibili dell'arresto cardiaco ma senza che questo non produca un potenziale danno secondario all'interruzione delle compressioni toraciche<sup>12</sup>.

Poiché l'ecocardiografia è in grado di valutare non invasivamente la portata cardiaca anche durante rianimazione cardiopolmonare è ipotizzabile che possa essere utilizzata per decidere l'avvio dell'ossigenazione a membrana extracorporea (ECMO)<sup>13</sup>. Sono necessari, comunque, studi specifici in tal senso.

L'ecocardiografia è un mezzo utile per monitorizzare la funzione cardiaca durante ECMO dopo la rianimazione cardiopolmonare, per identificare complicanze come il versamento pericardico, il tamponamento cardiaco traumatico e la trombosi intracardiaca e aortica. Infine, l'ecocardiografia è stata proposta per guidare lo svezamento dall'ECMO<sup>14</sup>.

### 3. SINDROMI CORONARICHE ACUTE (Tabella 2)

#### 3.1 Imaging nella sindrome coronarica acuta

Il termine "sindrome coronarica acuta" si riferisce all'insieme dei quadri clinici secondari ad un'ischemia miocardica acuta ed include l'angina instabile, l'infarto miocardico senza sopraslivellamento del tratto ST (NSTEMI) e l'infarto miocardico con sopraslivellamento del tratto ST (STEMI).

In un paziente con un quadro clinico che orienta verso una SCA, i test diagnostici iniziali hanno la finalità di definire due rischi principali: il rischio che la sindrome sia effettivamente causata da una patologia coronarica acuta ed il rischio di un outcome avverso precoce (intraospedaliero). Le metodiche di imaging, classicamente suddivise in imaging prevalentemente funzionale (ecocardiografia, scintigrafia miocardica, RM) ed imaging anatomico (TC coronarica), sono perciò utilizzate in una fase diagnostica ed in una fase prognostica intraospedaliera<sup>15</sup>. La scelta della metodica dipenderà, come accade in tutti gli altri campi della cardiologia, non solo dalla sua accuratezza diagnostica ma anche dalla sua diffusa disponibilità sul territorio e dalla reale possibilità di applicarla su pazienti critici. Va inoltre considerato, nella scelta della metodica, anche il profilo di rischio coronarico del paziente.

#### 3.1.1 Ecocardiografia

L'ecocardiografia, metodica facilmente accessibile, permette di studiare le anomalie di cinetica e di variazione di spessore parietale espressione di ischemia senza però poter differenziare quelle causate da un'ischemia in atto da quelle esito di una pregressa necrosi. L'assenza di anomalie cinetiche non esclude un'ischemia in atto. Oltre ad identificare le anomalie cinetiche, l'ecocardiografia permette il calcolo dei volumi e della funzione ventricolare globale (frazione di eiezione [FE]), lo studio della funzione diastolica, l'eventuale estensione al ventricolo destro, la patologia pericardica associata, lo studio delle complicanze meccaniche quali l'insufficienza mitralica acuta (grado e meccanismi), la rottura del setto interventricolare o della parete libera ventricolare e la trombosi endocavitaria. La valutazione della funzione ventricolare e delle complicanze (in particolare quelle valvolari) fornisce importanti informazioni prognostiche e può guidare le strategie terapeutiche nel breve e lungo termine.

Tabella 2. Imaging multimodale nei pazienti con sindrome coronarica acuta.

	ETT	ETT strain	ETT contrasto	ETE	Eco-stress	SPECT	TC torace/coronarica	RMC
<b>Scenario 1: Sospetta SCA</b>								
Diagnosi di esclusione SCA	A (9)	M (4)	M (4)	R (1)	A (9)	A (7)	A (7)	M (6)
<b>Scenario 2: SCA-NSTE certa. Scelta della strategia</b>								
Estensione delle anomalie cinetiche	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Valutazione FE	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Complicanze meccaniche	A (9)	R (1)	R (1)	A (7)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 3: SCA-STE</b>								
Esordio	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Dopo PCI incompleta/ presentazione tardiva								
Ischemia residua, vitalità	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (8)	A (8)	R (1)	A (9)
Valutazione delle complicanze meccaniche	A (9)	A (9)	R (1)	A (7)	R (1)	R (1)	M (4)/R (1)	M (4)
Dopo dimissione								
Monitoraggio FE per ICD	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A(7)

Criteri d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; FE, frazione di eiezione; ICD, cardioverter-defibrillatore impiantabile; PCI, procedura coronarica percutanea; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SCA, sindrome coronarica acuta; SCA-NSTE, sindrome coronarica acuta senza sopraslivellamento del tratto ST; SCA-STE, sindrome coronarica acuta con sopraslivellamento del tratto ST; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata.



### 3.1.2 Tecniche ecocardiografiche avanzate

Nel caso in cui l'ecocardiografia standard non mostri anomalie della cinesi parietale, un'utile integrazione diagnostica e prognostica si può ottenere con metodiche più avanzate quali lo strain/strain rate e l'ecocardiografia con mezzo di contrasto. Nelle prime fasi di una SCA lo speckle tracking può rilevare la riduzione del strain longitudinale globale (GLS), provocata dall'ostruzione microvascolare che agisce sulla funzione delle fibre subendocardiche orientate longitudinalmente prima ancora che compaiano le anomalie cinetiche. I limiti per una reale utilità dello strain nel DE sono molteplici: l'esperienza degli operatori e la disponibilità di macchine top di gamma, la necessità di frequenze cardiache non elevate e di un ritmo stabile (elevato frame rate di campionamento), la mancanza di standardizzazione dei valori.

L'ecocardiografia con mezzo di contrasto permette la simultanea valutazione della cinesi parietale e della perfusione miocardica ed è risultata essere sensibile nell'identificare i pazienti con SCA. In pazienti con dolore toracico senza pregresso infarto l'ecocardiografia con mezzo di contrasto ha un valore predittivo negativo molto elevato. È ormai stabilito che i mezzi di contrasto per ecocardiografia possono essere utilizzati con sicurezza nei pazienti con SCA. La necessità di un'appropriata impostazione tecnica dell'ecocardiografo ed una corretta interpretazione delle immagini richiedono competenze spesso non disponibili in un pronto soccorso o in una terapia intensiva e rappresentano forti limitazioni all'utilizzo su vasta scala di queste metodiche nel DE.

### 3.1.3 Eco-stress

Le anomalie cinetiche, non presenti in condizioni basali, possono essere identificate utilizzando degli stimoli (stressor) fisici o farmacologici (dipiridamolo, dobutamina, potenziamento con atropina)<sup>15</sup>.

### 3.1.4 Scintigrafia miocardica perfusionale

La scintigrafia miocardica perfusionale (SPECT) è una metodica di imaging per l'individuazione dell'ischemia inducibile ampiamente validata con informazioni sovrapponibili a quelle ottenibili con l'eco-stress. Nella pratica clinica l'eco-stress è spesso preferito alla scintigrafia miocardica sia perché prontamente disponibile sia per l'assenza del rischio correlato all'esposizione alle radiazioni<sup>15</sup>.

### 3.1.5 Risonanza magnetica cardiaca

Teoricamente la RMC è la metodica ideale per lo studio delle SCA. Permette di valutare non solo la perfusione miocardica e le anomalie della cinesi parietale ma, attraverso la valutazione delle sequenze T2-pesate, anche la distinzione tra tessuto cicatriziale ed infarto recente. La RMC, combinando l'esame a riposo con quello con stress, può essere utilizzata nel dolore toracico acuto sospetto per SCA. Nella pratica clinica trova scarsa applicazione nella fase diagnostica a meno che il quadro clinico, elettrocardiografico ed ecocardiografico orientino per una miocardite/miopericardite<sup>16</sup>.

### 3.1.6 Tomografia computerizzata coronarica

La TC multidetettore permette la visualizzazione delle coronarie e in caso di un reperto normale viene esclusa la presenza di stenosi coronariche significative. Vi sono ancora grandi limitazioni legate alla strumentazione disponibile, la dose radiante e il basso valore predittivo positivo in termini prognostici, spe-

cialmente in pazienti con calcificazioni, di grosso peso e con frequenza cardiaca non ottimale. La TC coronarica può identificare delle stenosi coronariche che non sono funzionalmente significative e aumentare il numero delle procedure di coronarografia non seguite da rivascularizzazione. Un elemento importante a favore non solo della TC coronarica ma anche della TC torace è quello di poter valutare ed escludere altre cause di dolore toracico nel DE che possono essere associate a prognosi infausta come l'embolia polmonare, la dissezione aortica e lo pneumotorace iperteso. Per questo è però necessario un servizio h24 con radiologi esperti nella metodica della TC coronarica che richiede una lunga curva di apprendimento al fianco di cardiologi interventisti. Non è invece validata in pazienti con pregressa procedura coronarica percutanea o bypass aortocoronarico per definire la pervietà degli stent o dei condotti, così pure in pazienti con malattia coronarica nota non permette diagnosi accurate<sup>16</sup>.

Pertanto la TC coronarica può essere utilizzata in DE per il suo valore predittivo negativo per accelerare la dimissione di pazienti con sospetta SCA, prima diagnosi di malattia coronarica, probabilità bassa o intermedia, frequenza cardiaca regolare, non particolarmente anziani e senza estese calcificazioni coronariche, laddove sia disponibile un radiologo esperto in questa metodica ed un'apparecchiatura di ultima generazione<sup>15</sup>.

## 3.2 Percorsi diagnostici nei pazienti con sindrome coronarica acuta sospetta o certa

Il quadro clinico, l'ECG e i marcatori di necrosi indirizzano verso l'assegnazione di un paziente in tre principali scenari.

### 3.2.1 Scenario 1: Sindrome coronarica acuta sospetta

L'ecocardiografia è la prima metodica di imaging impiegata sia nel sospetto di SCA che nei pazienti con diagnosi di SCA.

Nel sospetto di SCA il primo obiettivo dell'esame ecocardiografico è valutare la presenza e l'estensione di eventuali anomalie della cinesi parietale che sono i marker ecocardiografici dell'ischemia (ipo-a-discinesia parietale). Sebbene l'ecocardiografia nei pazienti con SCA abbia una scarsa sensibilità, in caso di dolore toracico prolungato (>45 min) l'assenza di anomalie della cinesi permette di escludere un'ischemia importante. In assenza di anomalie cinetiche l'ecocontrastografia miocardica con mezzi di contrasto ecocardiografici venosi transpolmonari e lo studio delle meccaniche ventricolari basate sullo speckle tracking possono migliorare il valore diagnostico dell'ecocardiografia, ma la loro esecuzione ed interpretazione richiede un alto grado di specializzazione che allo stato attuale appare improponibile da applicare su vasta scala nei DE.

Nel percorso diagnostico delle SCA l'ecocardiografia e la TC permettono di identificare patologie alternative quali possibili cause della sintomatologia: dissezione aortica, sovraccarico destro da embolia polmonare, cardiomiopatia ipertrofica, stenosi aortica, patologia pericardica (v. sezione 2).

### 3.2.2 Scenario 2: Sindrome coronarica acuta senza sopraslivellamento del tratto ST certa. Scelta della strategia invasiva immediata, precoce, programmata

In questo gruppo di pazienti, le metodiche di imaging hanno un ruolo marginale nella scelta del timing per lo studio coronarografico e l'eventuale rivascularizzazione. In particolare, solamente l'ecocardiografia permette di valutare alcuni aspetti che sono considerati criteri di rischio (molto alto, alto ed inter-

medio) per decidere il timing della coronarografia: l'estensione delle anomalie cinetiche, la funzione sistolica e diastolica, le complicanze meccaniche quali l'insufficienza mitralica.

### 3.2.3 Scenario 3: *Sindrome coronarica acuta con soprasslivellamento del tratto ST*

Nelle SCA con soprasslivellamento del tratto ST all'esordio vi è indicazione alla coronarografia urgente, per cui l'unica metodica che trova indicazione è quella ecocardiografica a condizione che non ritardi l'esecuzione della coronarografia. La finalità è quella di avere una valutazione della funzione ventricolare ed escludere eventuali altre cause di soprasslivellamento del tratto ST, quale una dissezione aortica complicata da dissezione coronarica.

Durante la degenza l'uso delle metodiche di imaging dipende dall'andamento clinico e dal tipo di rivascularizzazione (completa ed incompleta). Lo studio ecocardiografico finalizzato ad acquisire parametri utili per la prognosi a distanza (quale la volumetria ventricolare, la FE, la funzione diastolica) deve essere effettuato di routine. Nel paziente instabile nel quale si sospettino le complicanze meccaniche, quali l'estensione al ventricolo destro, la rottura di setto o di parete libera, l'insufficienza mitralica ischemica (dalla disfunzione alla rottura del papillare), la trombosi ventricolare, la patologia pericardica, l'ETT solitamente da informazioni esaurienti e può essere affiancata dall'ETE. In caso di inadeguatezza dell'ecocardiografia può essere utilizzata la RMC. Nei pazienti multivasali nei quali il trattamento di rivascularizzazione è stato limitato alla lesione culprit nei pazienti con SCA e soprasslivellamento del tratto ST a presentazione tardiva, se vi è la necessità clinica di valutare l'ischemia residua o la vitalità, possono essere usate le varie metodiche di imaging, ma allo stato attuale non vi è unanimità sul timing e sulla metodica da utilizzare. Eco-stress, scintigrafia, RMC danno informazioni equivalenti ed il loro uso dipende dalla disponibilità e dall'esperienza locali. La tomografia ad emissione di positroni (PET) potenzialmente utile, per la sua scarsa diffusione e gli elevati costi, non è utilizzata in questo contesto.

Dopo la dimissione vanno monitorizzati quei parametri predittivi della prognosi a distanza. In particolare, pazienti con bassa FE (40%) vanno rivalutati con ecocardiografia, a terapia ottimizzata, per la prevenzione primaria di morte improvvisa con impianto di cardioverter-defibrillatore (ICD).

## 4. SINDROMI AORTICHE ACUTE

### 4.1 Definizione clinica

Le sindromi aortiche acute comprendono le seguenti forme:

- dissezione aortica nella forma classica e nelle sue varianti, quali (a) l'ematoma intramurale senza lacerazione intima, (b) la lacerazione intima senza ematoma e (c) l'ulcera aortica penetrante;
- rottura parietale, con forme spontanee, traumatiche, iatrogene.

Anche se ciascuna patologia ha un diverso meccanismo fisiopatologico, le differenti lesioni possono coesistere o succedersi come forme evolutive<sup>16</sup>.

La forma di dissezione aortica classica è caratterizzata da scollamento dell'intima della parete vasale con formazione di falso lume comunicante con il vero lume aortico attraverso una o multiple lacerazioni dell'intima ("breccia intima"),

distinguibili in breccia primaria (responsabile prevalentemente dell'ingresso del sangue dal vero al falso lume) ed una o più breccie secondarie (responsabili prevalentemente del passaggio del sangue dal falso al vero lume). Lo scollamento dell'intima può essere caratterizzato da ampia mobilità ("flap intima"), con espansione sistolica e collasso diastolico, correlabile alle variazioni di pressione del falso lume indotte dalla mantenuta perfusione, o viceversa apparire fisso in caso di abolita perfusione del falso lume per trombosi. L'estensione del falso lume ed il coinvolgimento dei rami collaterali e del circolo coronarico, la rottura parietale intra- o extrapericardica, il prollasso del flap intima nell'ostio valvolare aortico o nell'ostio dei rami collaterali, potranno condizionare quadri clinico-patologici differenziati. Si ritiene che nella dissezione aortica i fenomeni acuti abbiano inizio con la formazione della breccia intima con successiva formazione del falso lume con progressione longitudinale anterograda o, meno frequentemente, retrograda.

L'ematoma intramurale è caratterizzato da una raccolta emorragica intramurale riconducibile ad emorragia dei vasa vasorum non comunicante con il lume aortico per assenza di breccia intima. Il destino dell'ematoma intramurale può essere variabile. L'ematoma può rimanere confinato allo strato medio e riassorbirsi oppure estendersi verso l'avventizia con evoluzione verso la rottura all'esterno (rottura avventiziale) o può lacerare l'intima con formazione della breccia creando una situazione simile alla dissezione aortica classica. In alcuni casi l'evoluzione è verso la dilatazione aneurismatica del tratto vasale interessato.

La lacerazione intima è una rara varietà di dissezione aortica, caratterizzata dalla formazione della breccia intima senza ematoma o formazione di falso lume. Questa rara ma insidiosa forma di dissezione aortica può evolvere verso forme classiche con successiva formazione di falso lume o complicarsi con rottura parietale completa ed emorragia extra-avventiziale o verso formazioni pseudoaneurismatiche.

L'ulcera aortica penetrante è caratterizzata da un'ulcerazione di una placca aterosclerotica che mette in comunicazione il lume vasale con la tunica media, attraverso la distruzione della lamina elastica interna. Ne può conseguire la formazione di ematoma intraparietale conseguente all'erosione dei vasa vasorum o lo sviluppo di pseudoaneurisma con o senza rottura o forme classiche di dissezione aortica. Infine possono insorgere ateroembolie o tromboembolie sistemiche, rispettivamente per embolizzazione del debris aterosclerotico o del trombo. Le rotture parietali possono essere spontanee nell'ambito di aortopatie sindromiche o complicare patologie aortiche acute del vaso aortico, nelle forme iatrogene sono causate da traumi penetranti o non penetranti. I penetranti (proiettili o armi da taglio) sono rari mentre i non penetranti causati da incidenti stradali, cadute da elevate altezze, esplosioni, ecc. sono comuni e la lesione aortica, frequentemente localizzata nella regione istmica, si estende dall'interno (intima) all'esterno (avventizia). Possono inoltre verificarsi rotture parietali iatrogene durante cateterismi o manovre di cardiologia interventistica<sup>16</sup>.

### 4.2 Definizione del rischio di malattia e della probabilità pre-test

Il dolore toracico acuto, che rappresenta la manifestazione clinica dominante della sindrome aortica acuta, e lo shock sono sintomi d'esordio frequentemente presenti ed alcune caratteristiche possono indirizzare ad una diagnosi clinica di dissezione

(dolore al dorso o addominale ad esordio brusco, lacerante e molto violento, deficit dei polsi, ipotensione arteriosa fino allo shock). Altri sintomi possono essere conseguenti all'insufficienza valvolare aortica, al tamponamento cardiaco ed alla variabile sindrome malperfusiva (ictus, sincope, sindrome ischemica coronarica, infarto intestinale, insufficienza renale, paraplegia) o alla rottura avventiziale (emottisi, ematemesi, SC destro, edema polmonare monolaterale, ecc.). In particolare, la dissezione aortica può causare per coinvolgimento degli osti coronarici sindromi ischemiche con quadri classici di infarto miocardico acuto. Questi sintomi sono comuni ad altre patologie ed occorre in via preliminare escludere eventuali altre cause cardiovascolari (SCA, embolia polmonare). Per tale motivo svariati studi dimostrano come un approccio strutturato possa fornire il miglior strumento per la valutazione del paziente. Esistono fattori predisponenti come l'ipertensione arteriosa, pregressi interventi chirurgici toracici o procedure interventistiche, malattie del tessuto connettivo, bicuspidia della valvola aortica, coarctazione, traumi, uso di cocaina che richiedono una maggior attenzione qualora si verificassero i sintomi<sup>17</sup>.

#### 4.3 Esami indicati e accuratezza diagnostica

L'ETT e l'ETE sono molto utili nei pazienti sintomatici o in shock. La sensibilità complessiva dell'ETE nella diagnosi di tutte le forme di dissezione aortica è solo del 59-83% e la specificità è del 63-93% rispetto ad altre modalità. Per la dissezione aortica di tipo A ha una sensibilità del 78-100%, ma per la dissezione di tipo B la sua sensibilità è solo del 31-55%<sup>18</sup>. L'ETE può raggiungere una sensibilità del 99% con una specificità dell'89%, un valore predittivo positivo dell'89% e un valore predittivo negativo del 99%. È sensibile al 100% nel rilevare il rigurgito aortico che complica la dissezione aortica e può far luce sul suo meccanismo<sup>18</sup>.

La TC è il test di prima scelta in termini di accuratezza diagnostica: sull'area toracica viene fortemente suggerita la tecnica ECG-gated per evitare artefatti da movimento. La TC è appropriata [A (9)], altamente accurata nella diagnosi della dissezione aortica acuta, con una sensibilità e specificità che si avvicina al 95-98%<sup>18</sup>.

La RM è una valida alternativa alla TC che consente una perfetta valutazione dell'aorta anche senza utilizzo di mezzi di contrasto. La RM ha una sensibilità del 95-98% e una specificità del 94-98% per la rilevazione della dissezione aortica<sup>19</sup>.

L'angiografia invasiva per scopi diagnostici è stata pressoché completamente abbandonata, continua ad essere utile per guidare le procedure endovascolari e per controllare l'endo-leakage. La sensibilità e la specificità dell'angiografia per la diagnosi della dissezione aortica sono rispettivamente dell'88% e 95% con un tasso relativamente alto di falsi negativi a causa di un' inadeguata opacizzazione del falso lumen o nella fase dell'ematoma intramurale. È importante sottolineare che l'accuratezza diagnostica delle metodiche disponibili può essere fortemente condizionata dal quadro clinico e dalla variante di dissezione aortica e dal suo stadio evolutivo. Un impiego precoce delle modalità diagnostiche può comportare il mancato riconoscimento di alcune varianti di dissezione aortica, specialmente la forma di breccia senza ematoma (variante di Svensson)<sup>17</sup>.

#### 4.4 Imaging multimodale nei diversi scenari

La selezione della metodica di imaging più appropriata può dipendere da fattori correlati al paziente (es. stabilità emodinamica, funzionalità renale, allergia al contrasto) e da motivi

istituzionali (ovvero la rapida disponibilità di singole modalità di imaging, stato della tecnologia e la competenza specialistica dell'operatore).

Se si tengono in considerazione la storia clinica e l'obiettività del paziente si possono distinguere tre categorie:

1. pazienti con apparente sindrome aortica acuta con necessità immediata di valutazione chirurgica e imaging aortico specifico (alto rischio, sintomo tipico);
2. pazienti che presentano una sintomatologia ed obiettività sospetta per sindrome aortica acuta e in assenza di una chiara plausibile diagnosi alternativa e che richiedono di una imaging aortico specifico (basso rischio, sintomo tipico);
3. pazienti con presentazione clinica non suggestiva per sindrome aortica acuta ma che in assenza di una chiara plausibile diagnosi alternativa possono trarre beneficio da un imaging aortico specifico (altro rischio, sintomo atipico). Tuttavia, l'instabilità emodinamica di un determinato paziente e la disponibilità e la competenza degli operatori determinano l'appropriatezza del tipo di modalità da utilizzare<sup>20</sup>.

Occorre considerare i pazienti con funzione renale anormale o borderline (velocità di filtrazione glomerulare 30-60 ml/min) per la possibilità di nefropatia indotta dal contrasto iodato e il rischio di fibrosi sistemica nefrogenica da gadolinio. L'esposizione alle radiazioni deve essere minimizzata. Il rischio di malignità indotta da radiazioni è il più grande nei neonati, nei bambini e nei giovani adulti. Generalmente, oltre i 30-35 anni, la probabilità di malignità indotta da radiazioni diminuisce notevolmente. Per i pazienti che richiedono ripetuti esami di imaging per seguire un'anomalia aortica, la RM può essere preferita alla TC per l'assenza di radiazioni ionizzanti. La RM può richiedere la sedazione a causa di tempi di esame più lunghi e tendenza alla claustrofobia.

Per i pazienti instabili con sindrome aortica sospetta in pronto soccorso, spesso non idonei per il trasporto, le tecniche ecocardiografiche al letto combinate con la valutazione transesofagea e color Doppler hanno una priorità, anche se riguarda i segmenti addominali dell'aorta. La tecnologia con TC richiede il trasporto e pertanto le condizioni emodinamiche devono essere moderatamente stabili.

#### 4.5 Appropriatazza per diagnostica, terapia e follow-up

Le diverse modalità di imaging si intrecciano e si possono talvolta sovrapporre nell'inquadramento diagnostico della patologia aortica acuta. Tuttavia ogni metodica ha le proprie peculiarità ed è importante identificare la metodica più utile per ottenere l'informazione a noi necessaria in base ai diversi scenari clinici.

I criteri di appropriatezza per l'impiego delle diverse metodiche si basano tuttavia sulle condizioni cliniche del paziente alla presentazione in pronto soccorso e l'impiego di imaging ripetuto deve essere valutato sulla base dell'evoluzione emodinamica nonché del sospetto diagnostico iniziale.

Nel paziente instabile è necessario poter escludere nel modo più rapido e sicuro possibile la presenza di una dissezione aortica (condizione che richiede l'approccio chirurgico urgente). Nel paziente stabile invece è consigliabile ricorrere a test di imaging più accurati che consentano di ottenere più informazioni possibili in grado di guidare la scelta terapeutica da seguire.

L'obiettivo dei test di imaging è quello di ottenere una diagnosi rapida, ma devono anche essere utilizzati nel modo idoneo per poter definire la strategia terapeutica, controllarne l'efficacia e la durata nel tempo. Si possono quindi considerare in acuto i seguenti step:

1. ETT (generalmente in punto soccorso);
2. TC basale e dopo mezzo di contrasto oppure ETE oppure RM senza ed eventualmente con contrasto (in particolari categorie di pazienti, come ad esempio donne gravide o pazienti con severa insufficienza renale);
3. angiografia aortica (in caso di indicazione a trattamento percutaneo).

Tutte le sindromi aortiche acute richiedono un follow-up stretto, eseguito per valutare la condizione post-chirurgica o l'evoluzione/regressione rapida della malattia in caso di terapia medica. Successivamente, sono necessari studi di follow-up da

1 e 6 mesi seguiti da controlli annuali: ETT e TC/RM possono essere considerate complementari; fondamentale è tenere in considerazione il danno biologico da radiazioni e da mezzo di contrasto che comportano ripetuti esami TC/RM e che pertanto non dovrebbero essere considerati nei follow-up successivi al primo anno se non in caso di pazienti ad alto rischio di recidiva di malattia. La valutazione della posizione dello stent aortico è effettuata in genere solo con TC. Gli stent metallici sono appena visibili sulla RM, la cui qualità è fortemente inficiata dagli artefatti da strutture metalliche<sup>21</sup> (Tabella 3).

## 5. EMBOLIA POLMONARE

### 5.1 Definizione clinica e classificazione

L'embolia polmonare è l'occlusione trombotica parziale o totale di uno o più rami delle arterie polmonari da parte di

**Tabella 3.** Imaging multimodale nei pazienti con sindrome aortica acuta.

	ETT	ETE	TC torace	RMC	Angiografia
<b>Scenario 1: Diagnosi</b>					
Paziente a basso rischio con sintomo tipico	A (8)	M (5)	A (7)	A (7)	R (1)
Paziente ad alto rischio con sintomo atipico	A (7)	A (7)	A (7)	A (7)	R (1)
Paziente ad alto rischio con sintomo tipico	A (9)	A (9)	A (9)	M (5)	R (3)
Paziente critico	A (9)	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 2: Indicazione terapeutica</b>					
DA tipo A	M (6)	A (8)	A (9)	A (9)	R (3)
DA tipo B	R (1)	M (6)	A (9)	A (9)	M (4)
EIM	M (4)	A (8)	A (9)	A (9)	R (1)
UAP	R (2)	M (6)	A (9)	A (7)	M (4)
TA	R (3)	A (7)	A (9)	A (7)	M (4)
<b>Scenario 3: DA operata</b>					
Monitoraggio intraoperatorio	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (3)
Sorveglianza breve postoperatoria	A (9)	M (4)	M (6)	M (2)	M (4)
Sorveglianza ambulatoriale					
1 mese	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
6 mesi	A (9)	M (6)	M (4)	M (4)	R (1)
12 mesi	A (9)	M (6)	A (8)	A (8)	R (1)
<b>Scenario 4: Paziente non operato</b>					
Sorveglianza ospedaliera					
EIM	M (4)	A (8)	A (9)	A (7)	R (2)
UAP	R (2)	M (6)	A (9)	M (6)	R (2)
TA	R (1)	M (4)	A (9)	M (6)	M (4)
DA tipo B	R (3)	M (6)	A (9)	A (7)	M (4)
Sorveglianza ambulatoriale					
1 mese	R (3)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
6 mesi	R (3)	R (3)	A (7)	A (7)	R (1)
12 mesi	R (3)	R (2)	R (2)	R (2)	R (1)

Criteria d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

DA, dissezione aortica; EIM, ematoma intramurale; ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; RMC, risonanza magnetica cardiaca; TA, rottura parietale; TC, tomografia computerizzata; UAP, ulcera aortica penetrante.

materiale embolico generalmente extrapolmonare. Essa costituisce la terza causa di morte cardiovascolare nel mondo occidentale con una incidenza stimata di 100-200/100.000. L'ostruzione di uno o più rami dell'arteria polmonare determina vasocostrizione paradossa, incremento dei valori pressori a monte con incremento della pressione intraventricolare destra, stretch della parete, danno da miocitolisi, eventuale dilatazione e insufficienza ventricolare destra, causa della morte.

Nel tempo, le linee guida della Società Europea di Cardiologia (ESC) hanno modificato i criteri in base ai quali stabilire la gravità dell'embolia polmonare. Oggi sappiamo che la gravità della TEP è determinata più che dalla sede anatomica dell'ostruzione, dalla sua ripercussione funzionale nel singolo individuo. Ai fini della gestione diagnostica e terapeutica, dal punto di vista funzionale, possiamo classificare l'embolia polmonare in alto rischio di mortalità a 30 giorni (circa il 5-10%) e non ad alto rischio di mortalità a 30 giorni (circa il 90%)<sup>22</sup>.

## 5.2 Definizione del rischio di malattia e della probabilità pre-test

La sintomatologia è comune a diverse patologie, anche di origine non cardiovascolare. In generale riconosciamo fattori di rischio reversibili o temporanei (embolia polmonare provocata) e fattori di rischio irreversibili, legati all'individuo (embolia polmonare non provocata). Tale classificazione di embolia polmonare è tuttora utile ai fini della gestione di una terapia "popolazione-guidata".

L'approccio diagnostico all'embolia polmonare è di tipo bayesiano e prevede l'integrazione di una probabilità clinica pre-test, data dalla somma di fattori di rischio, sintomi, segni ed esami di primo livello, score di probabilità clinica pre-test, che comportano l'individuazione di pazienti a probabilità bassa, intermedia o alta di embolia polmonare con la diagnostica per immagini.

## 5.3 Test attualmente in uso

L'analisi comparativa dei registri ICOPER<sup>23</sup> e del più recente IPER<sup>24</sup> mostra come, negli ultimi anni, la diagnosi di TEP sia stata facilitata dall'introduzione dell'angio-TC multidetettore del torace che ha di fatto sostituito l'utilizzo della scintigrafia polmonare perfusoria in fase acuta. La scintigrafia rimane comunque utile in particolari categorie di pazienti<sup>25</sup>. Tuttavia, la diffusa disponibilità della TC torace ha comportato un problema di sovradignosi e l'ulteriore quesito se trattare o meno le forme incidentali; per non parlare delle inutili ripetizioni dell'una o dell'altra metodica nel follow-up della malattia, considerato l'elevato dosaggio di radiazioni di entrambe e il loro elevato costo.

Inoltre, sebbene la TC torace costituisca di fatto l'odierno "gold standard" nella diagnosi di TEP, esistono molteplici altri test comunemente utilizzati. Nella valutazione dell'appropriatezza dei test si impone, oltre che la loro sensibilità e specificità, anche l'eventuale dose di radiazioni somministrate. Nel percorso diagnostico terapeutico vi sono alcuni snodi fondamentali in cui è richiesto un uso appropriato dei test di imaging: nel passaggio dal sospetto clinico alla diagnosi, nella fase della stratificazione prognostica e nel follow-up. Di volta in volta l'appropriatezza nella scelta della metodica sarà determinata dalle caratteristiche dell'individuo (presenza o assenza di insufficienza renale, allergia ai mezzi di contrasto, stato gravidico), dalla necessità nella rapidità della diagnosi (paziente ad alto rischio di mortalità e paziente non ad alto rischio di mortalità) e, in ultima analisi, dalla disponibilità delle

metodiche e dall'expertise degli operatori. L'imaging ha la finalità di identificare il tromboembolo (periferia, cuore, circolo polmonare) e di valutare le ripercussioni emodinamiche sul circolo polmonare e sulle sezioni destre<sup>26</sup>.

## 5.4 Scenario 1: Diagnosi

### 5.4.1 Diagnosi nel paziente ad alto rischio di mortalità

Il paziente con sospetta TEP ad alto rischio di mortalità è identificato in genere da un'alta probabilità pre-test stimata con lo score di Wells e da instabilità emodinamica. In questo caso l'iter diagnostico dovrà procedere molto velocemente inviando il paziente ad eseguire TC torace se immediatamente disponibile e se le condizioni cliniche lo consentono, oppure effettuando un'ETT al letto del paziente. È importante ricordare che in caso di dolore toracico associato a dispnea, le più recenti tecniche di acquisizione quali la TC cardio-sincronizzata e la TC "dual source" consentono di effettuare un "triple rule out" avendo la possibilità di valutare l'albero vascolare polmonare, il vaso aortico e il circolo coronarico in un'unica scansione. In questa categoria di pazienti l'ETT è considerata altamente appropriata grazie alla capacità di escludere la presenza di segni indiretti di TEP, quali la dilatazione, la disfunzione e le alterazioni della cinetica del ventricolo destro, pur non consentendo di visualizzare direttamente l'embolo in arteria polmonare (se non in casi di embolia del tronco arterioso polmonare). Essa consente di giungere alla diagnosi indirettamente e di fare diagnosi differenziale con altre cause di dolore toracico e shock, quali un infarto in fase acuta, una dissezione aortica o un tamponamento cardiaco, consentendoci di iniziare direttamente la terapia idonea.

L'ETE, pur essendo altamente accurata nell'evidenziare un trombo in atrio o nel tronco/rami dell'arteria polmonare, è tuttavia da considerarsi meno appropriata rispetto alla TC torace per la rarità di tale rilievo e la scarsa disponibilità della metodica. Se immediatamente disponibile anche l'ecografia venosa a compressione (CUS) è appropriata in questo scenario poiché una diagnosi di trombosi venosa profonda prossimale consente, in ogni caso, di iniziare la terapia per stabilizzare il paziente in attesa di effettuare una TC torace non appena possibile.

L'angiografia polmonare, che un tempo era considerata il "gold standard" per la diagnosi di TEP, in relazione all'invasività della metodica e ai rischi ad essa connessi (mortalità 0.5%, complicanze maggiori 1%, complicanze minori 5%), viene considerata meno appropriata nella diagnosi e viene oggi utilizzata solo quando non è possibile usare le metodiche non invasive. In fase diagnostica può essere particolarmente appropriata nel contesto di una coronarografia eseguita per sospetta SCA con riscontro di integrità delle coronarie. Si considera che l'angiografia polmonare, rispetto alla TC torace, sia maggiormente soggetta alla perizia di chi la esegue e ad una maggiore variabilità interoperatore per la possibilità di avere delle false immagini di sovrapposizione dei vasi. La sua utilità sembra, quindi, limitata alla fase preliminare dell'esecuzione di una trombectomia percutanea o nella fase di pre-intervento di una tromboendoarterectomia.

### 5.4.2 Diagnosi nel paziente non ad alto rischio di mortalità con probabilità clinica pre-test alta oppure con D-dimero positivo e probabilità clinica pre-test intermedia o bassa

Nei pazienti con probabilità clinica pre-test intermedia o bassa la positività di un test del D-dimero ad elevata sensibilità, che isolatamente ha una scarsa specificità, indirizza

l'iter diagnostico verso una TEP, pur rimanendo scarsamente specifico. Gli esami strumentali da preferirsi per la diagnosi sono in questo caso la TC torace e, nei casi in cui questa non sia disponibile o sia controindicata o difficilmente eseguibile, la scintigrafia ventilatoria/perfusionale, mentre l'angiografia polmonare per l'invasività e i rischi collegati alla metodica, pur essendo accurata, non risulta appropriata in questi pazienti. La TC torace spirale ad alta risoluzione non rientra nel work-up dell'embolia polmonare in fase di instabilità emodinamica, mentre la ritroviamo nella diagnosi occasionale delle forme segmentali o subsegmentali incidentali spesso riscontrate nei pazienti oncologici. Tali occasionali riscontri ci hanno posto il problema della sovradiagnosi e il quesito amletico "trattare o non trattare le forme incidentali?". Inoltre, la scintigrafia polmonare deve la sua ridotta appropriatezza all'alta quantità di test non diagnostici (circa il 50%) e all'impossibilità di fornire nell'immediato ipotesi diagnostiche alternative. L'angiografia polmonare, test invasivo, non trova indicazione se non quando non siano disponibili test non invasivi. Anche una CUS positiva può essere sufficiente a iniziare la terapia.

Infine, lo studio angiografico alla RM è accurato sia per i trombi nelle arterie principali sia in quelle segmentarie (PIO-PED III) (sensibilità 78%, specificità 99%)<sup>27</sup> ma sia i costi che la durata dell'esame ne limitano l'utilizzo in centri specializzati nei casi in cui siano controindicati altri test<sup>28</sup>.

#### **5.4.3 Diagnosi nel paziente non ad alto rischio di mortalità con D-dimero negativo e probabilità clinica pre-test intermedia o bassa**

In generale il test del D-dimero è un test poco specifico poiché i suoi valori incrementano in molteplici situazioni (cancro, gravidanza, età, ecc.), nonostante sia stato dimostrato che l'utilizzo di un cut-off aggiustato per l'età ne aumenti la specificità<sup>29</sup>. In questo caso la negatività di un test del D-dimero ad elevata sensibilità (ELISA, sensibilità 95%, specificità 40%) esclude la necessità di eseguire qualsiasi altro test. Si stima che in questi pazienti il rischio di TEP a 3 mesi sia dello 0.14% e che la mancata esecuzione del D-dimero in questi pazienti sia responsabile dell'esecuzione dei due terzi di esami evitabili in pronto soccorso. Naturalmente anche una scintigrafia ventilatoria/perfusionale a bassa probabilità in un paziente a bassa probabilità pre-test escluderebbe un'embolia polmonare, tuttavia in questa categoria di pazienti risulta non appropriata per l'esposizione a dose radiante.

#### **5.5 Scenario 2: Diagnosi nella donna in gravidanza**

Durante la gravidanza è difficile porre il sospetto di TEP perché la dispnea, la tachicardia, gli edemi agli arti inferiori sono fisiologicamente presenti. Un Rx torace può escludere altre cause evidenti di dispnea. Non esistono score di probabilità clinica pre-test validati in questa categoria di pazienti; il test del D-dimero, i cui valori aumentano nel corso della gravidanza, ha una bassa specificità. Inoltre, si tiene conto della dose massima di radiazioni che la madre e il feto possono ricevere; per tale motivo l'uso dell'angio-TC torace o della scintigrafia ventilatoria/perfusionale è stato a lungo dibattuto, a parità di risultati non conclusivi di entrambe le metodiche (circa 12%), si preferiva la scintigrafia polmonare perfusoria per la quantità inferiore di radiazioni assorbite dal feto. Oggi le moderne tecniche di acquisizione TC e le nuove macchine TC hanno superato tale problema e si fanno strada sia la RM sia tecniche

di medicina nucleare come la TC a emissione di fotone singolo. In generale è da preferirsi la CUS poiché la sua positività è sufficiente a far intraprendere la terapia per la TEP. Un recente studio prospettico sulle donne in gravidanza con sospetta TEP ha proposto di integrare il Geneva score con il D-dimero ad elevata sensibilità (VIDAS bioMerieux) per escludere la TEP<sup>30</sup>. D-dimero negativo con probabilità clinica pre-test intermedia o bassa escludono la TEP. Sebbene il D-dimero negativo si riduca con l'epoca gestazionale, esso rimane clinicamente utile nel primo e nel secondo trimestre, escludendo la TEP nel 25% e 11% dei casi rispettivamente. Se la probabilità pre-test è alta e il D-dimero è positivo, è indicata l'esecuzione della CUS completa che, se negativa, non interrompe l'algoritmo diagnostico che prosegue con la TC torace e, se questa non è conclusiva, con la scintigrafia ventilatoria/perfusionale.

#### **5.6 Scenario 3: Stratificazione prognostica e scelta terapeutica nel paziente a basso rischio di mortalità, a rischio intermedio-basso, intermedio-alto e ad alto rischio**

Dopo la diagnosi di certezza, ai fini della stratificazione prognostica di mortalità a 30 giorni, le linee guida ESC suggeriscono di utilizzare uno score clinico, il PESI index, integrato con la valutazione della troponina I o del frammento N-terminale del propeptide natriuretico cerebrale ed ETT. Anche l'angio-TC torace eseguita a scopo diagnostico può mostrare dilatazione del ventricolo destro e contribuire alla stratificazione prognostica.

#### **5.7 Scenario 4: Recidiva di tromboembolia polmonare**

Questa è una situazione di difficile gestione: il sospetto di recidiva in sé è difficile da diagnosticare perché il paziente può presentare i sintomi di una pregressa TEP, per esempio una dispnea, quindi può essere difficile discriminare quanto sia attribuibile al precedente episodio di TEP e quanto al nuovo. L'uso del D-dimero nella recidiva ha scarsa utilità. Quindi, nel caso in cui si sospetti una recidiva, il test più appropriato da eseguire è il medesimo test effettuato in occasione del primo evento al completamento della terapia anticoagulante.

#### **5.8 Scenario 5: Follow-up**

##### **5.8.1 Paziente senza disfunzione del ventricolo destro alla dimissione**

In questo caso non è necessario ripetere l'ecocardiogramma in post-dimissione e il follow-up si basa sulla valutazione del residuo trombotico, centrale con angio-TC e periferico con CUS.

##### **5.8.2 Paziente con disfunzione del ventricolo destro alla dimissione**

In questo caso il follow-up prevede l'ecocardiogramma a 3 e 6 mesi post-dimissione, la valutazione del residuo trombotico centrale con angio-TC o scintigrafia polmonare perfusoria a 6 mesi dall'evento embolico e, nel sottogruppo di pazienti con sospetta ipertensione polmonare cronica tromboembolica, l'esecuzione di angiografia polmonare ed eventuale cateterismo destro. Per la definizione della sindrome post-trombotica è prevista l'applicazione ancora una volta del Villalta score e l'esecuzione di Doppler venoso periferico<sup>31</sup> (Tabella 4).

**Tabella 4.** Imaging multimodale nei pazienti con tromboembolia polmonare (TEP).

	Rx torace	TC torace	V/Q scan	Angiografia polmonare	ETT	ETE	CUS	RMC	PET
<b>Scenario 1: Diagnosi di TEP</b>									
Paziente ad alto rischio	R (3)	A (9)	R(3)	M (5)	A (8)	M (4)	M (5)	R (2)	R (2)
Paziente non ad alto rischio									
Probabilità clinica pre-test alta oppure									
D-dimero positivo e probabilità clinica pre-test intermedia o bassa	A (9)	A (9)	A (8)	R (3)	R (3)	R (2)	A (7)	M (4)	R (2)
D-dimero negativo e probabilità pre-test intermedia o bassa	A (9)	R (3)	R (1)	R (1)	R (2)	R (1)	R (2)	M (4)	R (2)
<b>Scenario 2: Diagnosi di TEP in gravidanza</b>									
	A (8)	M (6)	M (4)	M (4)	R (2)	R (1)	A (8)	M (4)	R (3)
<b>Scenario 3: Stratificazione prognostica e terapia</b>									
	R (1)	M (4)	R (2)	R (1)	A (9)	R (1)	R (2)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 4: Recidiva di TEP</b>									
	A (9)	A (9)	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	R (2)	R (2)	R (1)
<b>Scenario 5: Follow-up</b>									
Senza disfunzione del ventricolo destro alla dimissione	R (1)	M (4)	R (1)	R (1)	R (3)	R (1)	A (7)	R (1)	R (1)
Con disfunzione del ventricolo destro alla dimissione	R (3)	M (5)	M (5)	M (6)	A (9)	R (1)	A (7)	R (1)	R (1)

Criteria d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato. CUS, ecografia venosa a compressione; ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; PET, tomografia ad emissione di positroni; RMC, risonanza magnetica cardiaca; TC, tomografia computerizzata; V/Q scan, scintigrafia ventilatoria/perfusionale.

## 6. IPERTENSIONE ARTERIOSA

L'ipertensione arteriosa è una condizione molto diffusa nella popolazione italiana e rappresenta uno dei più importanti fattori di rischio cardiovascolare. Per tali motivi l'uso appropriato delle metodiche diagnostiche atte a stabilire la presenza di danno d'organo determinato dall'ipertensione è un aspetto cruciale nel management del paziente iperteso.

### 6.1 Iperteso di prima diagnosi

Nell'iperteso di prima diagnosi è fondamentale valutare il danno d'organo determinato dagli elevati valori pressori che ha un ruolo prognostico equivalente a quello dei tradizionali fattori di rischio cardiovascolare. Il danno d'organo cardiaco del paziente iperteso corrisponde essenzialmente all'ipertrofia ventricolare sinistra (IVS), con un ruolo addizionale della dilatazione atriale sinistra e della disfunzione diastolica.

Il primo stadio nella valutazione del danno d'organo cardiaco provocato dall'ipertensione arteriosa prevede l'esecuzione di un ECG a 12 derivazioni a riposo per l'identificazione degli indici di IVS (Sokolow-Lyon, Cornell) e di dilatazione atriale sinistra, che sono ampiamente validati nella diagnosi di danno d'organo cardiaco ed hanno anche un valore prognostico riconosciuto<sup>32,33</sup>.

L'ETT è più sensibile dell'ECG nella diagnosi di IVS, permettendo il calcolo della massa ventricolare sinistra, i cui cut-off sono derivati da studi epidemiologici di dimensioni rilevanti. Alla stima della massa ventricolare sinistra si può aggiungere lo spessore relativo di parete che consente di identificare la condizione pre-ipertrofica rappresentata dal rimodellamento concentrico (massa ventricolare sinistra normale e spessore

relativo di parete aumentato), anch'esso provvisto di una valenza prognostica riconosciuta. Parametri addizionali di danno d'organo cardiaco forniti dall'ETT includono la volumetria atriale sinistra indicizzata e la disfunzione diastolica del ventricolo sinistro<sup>32</sup>.

Nella pratica clinica, l'esecuzione dell'ecocardiogramma viene considerata appropriata in differenti scenari.

### 6.2 Scenario 1: Ipertensione di prima diagnosi (Tabella 5)

- Ipertensione con rischio cardiovascolare moderato, per l'esatta quantificazione del rischio, quantizzando un'IVS non diagnosticata con l'ECG e la diagnosi di danno d'organo subclinico.
- Ipertensione con IVS all'ECG, per quantizzare la massa e definire la geometria (concentrica od eccentrica) che caratterizzano un differente rischio cardiovascolare e la prognosi.
- Ipertensione con segni e sintomi di cardiopatia ipertensiva, per identificare altre patologie cardiovascolari concomitanti all'ipertensione (cardiomiopatie, malattie valvolari, cardiopatia ischemica).

In tutte le tre situazioni sopradescritte anche l'eco-Doppler dei tronchi sovra-aortici è appropriato per valutare l'ispessimento medio-intimale o placche aterosclerotiche e l'ecografia dell'aorta addominale per la ricerca di dilatazione ed aneurisma, che aumentano il rischio cardiovascolare.

Nonostante le sue elevate potenzialità diagnostiche, il ricorso alla RMC viene invece considerato raramente appropriato nel paziente iperteso di prima diagnosi ed è limitata a due condizioni:

- nei casi in cui l'eco non sia tecnicamente fattibile al fine di valutare la massa e le dimensioni del ventricolo sinistro e per definire la prognosi;
- l'identificazione di ischemia subendocardica nel caso di sospetta cardiopatia ischemica o la differenziazione da altre cause di aumento degli spessori parietali (ipertrofia da cardiomiopatia ipertrofica o ipertrofia non sarcomerica da amiloidosi cardiaca)<sup>34</sup>.

**6.3 Scenario 2: Follow-up dell'iperteso stabile** (Tabella 5)

Il paziente iperteso stabile (paziente a target pressorio ma con un ben noto rischio cardiovascolare già stratificato al momento della diagnosi) necessita di periodici controlli clinico-strumentali. Il rischio cardiovascolare dei pazienti ipertesi, a parità di livelli pressori, è più elevato dei normotesi, proprio per un sottostante danno cardiovascolare, seppur subclinico.

Il trattamento adeguato con farmaci antipertensivi fa regredire il danno d'organo e gli eventi cardiovascolari fatali e non. L'ETT è appropriata per identificare la riduzione o l'aumento dell'IVS. Moderatamente appropriati sono l'eco-Doppler carotideo (ispessimento medio-intimale o placche ateo-

rosclerotiche) e l'ecografia dell'aorta addominale (ricerca di dilatazione ed aneurisma)<sup>35</sup>.

**6.4 Scenario 3: Emergenze e urgenze ipertensive** (Tabella 5)

Le emergenze ipertensive sono condizioni in cui è presente un severo aumento della pressione arteriosa sistolica (>180 mmHg) o diastolica (>120 mmHg) associato alla presenza di un danno acuto di un organo bersaglio. Il termine di urgenze ipertensive viene invece riservato ad un marcato aumento della pressione arteriosa senza immediata compromissione di un organo bersaglio.

Le ultime raccomandazioni ESC confermano che la condizione di emergenza ipertensiva sia definita non tanto dai valori pressori assoluti, quanto invece dall'evidenza del danno acuto dell'organo bersaglio<sup>36</sup>. La differenza tra le due condizioni è sostanziale, perché nelle emergenze ipertensive richiede l'ospedalizzazione e un trattamento immediato e mirato, mentre nelle urgenze ipertensive prevede una riduzione più graduale della pressione arteriosa con la possibilità di rapida dimissione. Anche se l'inquadramento iniziale e la diagnosi delle diverse emergenze ipertensive si fondano su criteri cli-

**Tabella 5.** Imaging multimodale nei pazienti con ipertensione arteriosa.

	ETT	RMC	Eco-Doppler TSA	Eco aorta addominale				
<b>Scenario 1: Ipertensione di prima diagnosi</b>								
Routine	R (3)	R (1)	R (2)					
Rischio CV moderato	M (6)	R (1)	A (7)					
IVS all'ECG	A (9)	R (3)	A (9)					
Sintomi e di segni cardiopatia	A (9)	M (4)	A (7)					
<b>Scenario 2: Follow-up dell'iperteso stabile</b>								
Iperteso stabile	A (7)	R (3)	M (5)		M (6)			
Iperteso resistente	A (7)	R (3)	M (6)		A (7)			
Iperteso stabile								
Segni e sintomi di scompenso cardiaco	A (9)	M (5)	M (5)		M (5)			
Segni e sintomi cerebrovascolari	A (7)	R (3)	A (9)		M (6)			
	Rx torace	ETT	Eco torace	ETE	TC	RMC	Eco renale	
<b>Scenario 3: Emergenze e urgenze ipertensive</b>								
Insufficienza ventricolare sinistra	A (8)	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	A (8)	
Sindrome aortica acuta associata	A (9)	M (4)	R (3)	A (7)	A (9)	M (6)	R (1)	
Sindrome coronarica acuta associata	M (6)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	
	ETT	Eco-stress	SPECT	RM da stress	RMC	TC coronarica		
<b>Scenario 4: Diagnosi di cardiopatia ischemica</b>								
Screening asintomatici	R (3)	R (3)	R (2)	R (3)	M (6)	M (5)		
Pazienti sintomatici	A (8)	A (9)	A (8)	R (3)	R (1)	R (3)		

Criteria d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato. CV, cardiovascolare; ECG, elettrocardiogramma; ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; IVS, ipertrofia ventricolare sinistra; RM, risonanza magnetica; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata; TSA, tronchi sovra-aortici.



nici, l'imaging riveste un ruolo spesso decisivo nell'identificazione, stima del tipo ed entità del danno acuto dell'organo bersaglio.

#### 6.4.1 Insufficienza acuta del ventricolo sinistro

La crisi ipertensiva è una delle cause precipitanti l'insufficienza acuta del ventricolo sinistro, che può presentarsi con quadri variabili che vanno dalla lieve congestione polmonare fino all'edema polmonare acuto (EPA), solitamente in assenza di segni di congestione sistemica.

L'insufficienza ventricolare sinistra acuta associata o precipitata dalla crisi ipertensiva si presenta spesso con il quadro di scompenso "warm and wet" ed in questo contesto l'esame ecocardiografico in emergenza non è mandatorio e non deve in alcun modo ritardare la terapia appropriata. L'ETT dovrebbe essere effettuata preferibilmente in tutti i pazienti entro le 48h dall'ammissione. L'ecografia del torace può evidenziare la presenza di linee B ultrasoniche direttamente correlate alla presenza di acqua extravascolare polmonare. L'esame risulta particolarmente appropriato in presenza di segni clinici di insufficienza acuta ventricolare sinistra con Rx torace normale o mal valutabile per coesistente patologia polmonare. Va infine ricordato che episodi recidivanti di EPA ipertensivo a rapidissima insorgenza (cosiddetto "EPA flash") possono essere associati alla presenza di stenosi bilaterale delle arterie renali, da indagare dopo stabilizzazione del quadro clinico in prima istanza con eco-color Doppler delle arterie renali ed eventualmente con angio-RM<sup>37</sup>.

#### 6.4.2 Sindromi aortiche acute

Non differisce dall'iter diagnostico delle sindromi aortiche acute al quale si rimanda.

#### 6.4.3 Sindromi coronariche acute

Non differisce dall'iter diagnostico delle SCA al quale si rimanda.

#### 6.4.4 Emergenze ipertensive e patologia cerebrovascolare acuta

L'imaging neuroradiologico riveste in questo contesto un ruolo essenziale nella distinzione tra eventi ischemici ed emorragici.

### 6.5 Scenario 4: Diagnosi di cardiopatia ischemica (Tabella 5)

La cardiopatia ischemica è la prima causa di mortalità e morbilità negli ipertesi. I meccanismi per cui l'ipertensione ne favorisce lo sviluppo sono molteplici: oltre alla patologia aterosclerotica coronarica va considerata anche la malattia del microcircolo coronarico determinata dall'IVS. Nei pazienti ipertesi con sospetta cardiopatia ischemica è perciò raccomandata la ricerca dell'ischemia miocardica inducibile anche se la diagnosi non è sempre facile.

L'ECG da sforzo è un test semplice, economico e sicuro, ma la sua scarsa accuratezza ne scoraggia l'uso come test di screening.

L'ecocardiografia da stress (eco-stress) durante un test da sforzo (preferibilmente letto-ergometro o cicloergometro) o da stress farmacologico (dipiridamolo o dobutamina) è appropriata poiché le anomalie della cinesi parietale indotte dallo stress sono altamente specifiche per coronaropatia. Nei pazienti con ipertensione arteriosa severa non dovrebbe essere impiegata la dobutamina, la cui specificità è ridotta

in presenza di importante IVS e può avere un elevato rischio aritmogeno ed ipertensivo. Lo screening non è raccomandato nei pazienti asintomatici a rischio basso o intermedio, a causa del numero elevato di falsi positivi e dell'incertezza sulle successive misure terapeutiche.

La scintigrafia miocardica è raramente appropriata nei soggetti asintomatici perché è frequentemente anormale negli ipertesi con IVS per la presenza di difetti di perfusione non dovuti a stenosi coronariche ma ad anomalie del microcircolo coronarico, ma aumenta l'appropriatezza nei soggetti sintomatici. La scintigrafia miocardica ha negli ipertesi un'alta sensibilità rispetto all'eco-stress, ma una minore specificità. La gated SPECT consente una valutazione simultanea della funzione ventricolare sinistra (cinetica e volumi) e della perfusione miocardica.

Lo studio dell'albero coronarico con TC coronarica è moderatamente appropriata per la valutazione del rischio per la diagnosi di coronaropatia in pazienti asintomatici a rischio intermedio e raramente appropriata in pazienti sintomatici a rischio intermedio-basso con test di imaging dubbi.

Alla luce di quanto esposto, la scelta del test non invasivo più appropriato deve considerare non solo il potere diagnostico della performance, di solito elevata, ma anche il costo e l'impatto biologico delle diverse metodiche. L'angina microvascolare va sospettata per esclusione nei pazienti con dolore toracico tipico e test provocativi indicativi di ischemia (ma senza anomalie della cinesi segmentale all'eco-stress), senza ostruzioni fisse o dinamiche delle coronarie epicardiche all'angiografia coronarica o alla TC coronarica<sup>38</sup>.

## 7. SCOMPENSO CARDIACO

Lo SC è una sindrome clinica caratterizzata da sintomi tipici (dispnea da sforzo o a riposo, riduzione della capacità funzionale, astenia) spesso accompagnati da segni (rantoli e/o crepitii polmonari, turgore giugolare, edemi periferici, ecc.) causata da anomalie miocardiche strutturali e/o funzionali, con conseguente riduzione della gittata cardiaca e/o elevate pressioni intracardiache a riposo o durante sforzo.

Questa definizione di SC si limita ai quadri clinici caratterizzati da sintomi e segni ma occorre considerare alterazioni strutturali che possono precedere la comparsa delle manifestazioni cliniche. Le attuali linee guida suddividono le fasi evolutive dello SC in stadi, nei quali non necessariamente sono presenti sintomi e segni, basati sulla presenza di fattori di rischio per la comparsa di disfunzione ventricolare, presenza di anomalie miocardiche strutturali e/o funzionali cardiache e, infine, comparsa di manifestazioni cliniche progressivamente più gravi<sup>39</sup>. Il riconoscimento degli stadi precoci è importante ai fini prognostici e terapeutici. In questa fase, le metodiche di imaging cardiovascolare sono utili per la diagnosi, la definizione etiologica e la stratificazione prognostica dello SC. L'imaging cardiovascolare fornisce informazioni sullo stato anatomico e sulla funzione delle strutture cardiache e su molti parametri emodinamici. In particolare l'ETT consente di ottenere informazioni emodinamiche non invasive (funzione sistolica, funzione diastolica, pressione polmonare) utilizzate nel monitoraggio della terapia. L'appropriatezza della metodica richiesta dipende perciò dalle informazioni che si ritengono utili per il paziente nei diversi stadi della malattia.

Solitamente la causa iniziale dello SC è rappresentata da un'anomala contrattilità miocardica che comporta disfunzione ventricolare sistolica e/o diastolica ad origine ischemica o secondaria a cardiopatia ipertensiva o malattia del miocardio; tuttavia, anche le cardiopatie congenite, le anomalie delle valvole, del pericardio, dell'endocardio, del ritmo cardiaco e della conduzione possono causare insufficienza cardiaca (alcune di queste possono anche coesistere). L'identificazione della causa cardiaca primaria è cruciale anche per motivi terapeutici, in quanto una precisa patologia richiede uno specifico trattamento (es. rivascolarizzazione, riparazione o sostituzione valvolare, terapia farmacologica specifica per SC con ridotta FE, riduzione della frequenza cardiaca in tachicardiomiopia, ecc.)<sup>39</sup>.

Il termine SC cronico è correlato all'andamento temporale dello scompenso e va riservato ai pazienti che hanno avuto uno SC che, solitamente per effetto di un'opportuna terapia, si è stabilizzato e cronicizzato.

### 7.1 Scompenso cardiaco con frazione di eiezione conservata, intermedia e ridotta

La terminologia utilizzata per descrivere lo SC si basa sulla valutazione della FE del ventricolo sinistro. Lo SC comprende un'ampia gamma di pazienti, da quelli con FE normale (tipicamente  $\geq 50\%$ ; SC con FE conservata [HFpEF]) a quelli con FE ridotta (tipicamente  $< 40\%$ ; SC con FE ridotta [HFrEF]). I pazienti con una FE nell'intervallo compreso tra 40-49% rappresentano un'"area grigia", recentemente definita come SC con FE intermedia (HFmrEF). La suddivisione dei pazienti con SC basata sulla FE è importante a causa della differente eziologia, epidemiologia, comorbilità, risposta terapeutica e prognosi. La maggior parte degli studi clinici e sperimentali pubblicati dopo il 1990 hanno selezionato i pazienti basandosi sulla FE. Da notare che solo nei pazienti con HFrEF le terapie hanno dimostrato di ridurre sia la morbidità che la mortalità.

### 7.2 Imaging cardiovascolare nello scompenso cardiaco

L'imaging cardiovascolare non invasivo è utilizzato nello SC in tre scenari clinici principali che sono: la diagnosi; la pianificazione del trattamento e il follow-up.

In ciascuno di questi scenari possiamo distinguere più momenti:

- la diagnosi, in pazienti asintomatici (screening) o sintomatici, con definizione dell'eziologia e stratificazione prognostica;
- la pianificazione di procedure di rivascolarizzazione, riparazione/sostituzione valvolare, impianto di device (pacemaker biventricolare, ICD, clip mitralica);
- il follow-up programmato o quello che si rende necessario per la comparsa di nuovi sintomi.

### 7.3 Scenario 1: Imaging cardiovascolare nella diagnosi iniziale di scompenso cardiaco (Tabella 6)

L'imaging cardiovascolare non invasivo è utilizzato nella diagnosi di SC in pazienti asintomatici (pazienti con patologie cardiache ad elevata probabilità di sviluppare SC e pazienti senza cardiopatia che devono essere sottoposti a terapie potenzialmente cardiotossiche) e in quelli sintomatici (con elevata probabilità che i sintomi siano attribuibili a cardiopatia rilevabile con l'imaging cardiovascolare).

#### 7.3.1 Pazienti asintomatici

Nei pazienti asintomatici con cardiopatia nota (cardiopatie congenite, cardiomiopatie, cardiopatie valvolari) l'ecocardiografia è in grado di evidenziare le anomalie strutturali e/o funzionali relative alla cardiopatia che identificano la disfunzione ventricolare o il peggioramento della cardiopatia pur in assenza di sintomi. Nei pazienti senza cardiopatia nota per i quali è programmata una chemioterapia potenzialmente cardiotossica l'ecocardiografia è utilizzata nella valutazione di base e nel monitoraggio successivo (v. sezione 16).

L'appropriatezza dell'imaging cardiovascolare in pazienti ad alto rischio di sviluppare SC (ipertesi, diabetici) è trattata nei capitoli dedicati.

#### 7.3.2 Pazienti sintomatici

Nei pazienti sintomatici (sintomi e/o segni di SC) si possono avere diversi scenari di presentazione. La diagnosi di SC *de novo* (sia in uno scenario ospedaliero che ambulatoriale) si basa sull'inquadramento preliminare ottenuto con ETT. Le successive indagini sono indirizzate alla definizione dell'eziologia (vedi Scenario 2). La necessità di eseguire in tempi successivi una valutazione con altre metodiche di imaging cardiovascolare (prima della dimissione o nei successivi controlli ambulatoriali) dipende dalle informazioni che si vogliono ottenere ma anche dalle risorse e dalle disponibilità dei singoli centri.

Indipendentemente dalla qualità tecnica dell'ETT (ma a maggior ragione se fosse subottimale) la RMC è appropriata nell'iter diagnostico delle cardiomiopatie, potendo fornire elementi aggiuntivi legati soprattutto alla possibilità di una caratterizzazione tessutale.

Nei pazienti con cardiopatia ischemica nota, in particolare con infarto miocardico in anamnesi, l'esecuzione di un esame ecocardiografico è obbligatoria in caso di comparsa di sintomi di SC, a causa di un'elevata probabilità pre-test di SC ed è sempre indicata in questa categoria di pazienti sia prima di un'eventuale angiografia coronarica (per verificare la presenza e la distribuzione di anomalie della contrattilità segmentaria) che dopo, specie in quelli che necessitano di rivascolarizzazione urgente<sup>20</sup>.

### 7.4 Scenario 2: Imaging cardiovascolare nella definizione dell'eziologia (Tabella 6)

L'imaging cardiovascolare è variamente utilizzato per definire l'eziologia dello SC contestualizzandolo nella storia clinica. L'eziologia ischemica dello SC può essere confermata ed esclusa dall'imaging cardiovascolare utilizzando, in rapporto alle necessità, l'imaging funzionale o l'imaging anatomico seguito o meno dall'angiografia coronarica invasiva, in particolare nei pazienti con storia di sindrome coronarica o nei pazienti con fattori di rischio multipli per malattia coronarica e disfunzione sistolica ventricolare sinistra con anomalie della cinetica regionale tipiche per cardiopatia ischemica. Per l'imaging funzionale oltre all'ETT da stress e alla SPECT anche la RMC è da considerarsi appropriata. L'angio-TC coronarica è invece il test di imaging anatomico che permette lo studio anatomico non invasivo dell'albero coronarico (v. sezione 3).

Se viene correttamente seguito l'iter gerarchico per la valutazione del paziente con scompenso e coronaropatia raramente è necessario valutare la significatività delle lesioni

F NARDI ET AL

**Tabella 6.** Imaging multimodale nei pazienti con scompenso cardiaco.

	ETT	ETE	Eco-stress	RM/stress	SPECT	TC coronarica	PET	
<b>Scenario 1: Diagnosi iniziale</b>								
Pazienti asintomatici								
Con cardiopatia nota (congenita, cardiomiopatia, valvolare)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	
Senza cardiopatia pre-chemio	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	
Pazienti sintomatici								
Scompenso <i>de novo</i>	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	
<b>Scenario 2: Diagnosi eziologica</b>								
Eziologia ischemica								
Pre-coronarografia	A (9)	R (1)	A (9)	A (7)	A (7)	A (7)	M (4)	
Post-coronarografia	R (1)	R (1)	A (7)	A (7)	A (7)	R (1)	R (1)	
Eziologia non ischemica								
Cardiopatia congenita	A (9)	M (4)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	
Valvulopatia	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	
Tumore cardiaco	A (9)	A (7)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	M (4)	
Cardiomiopatia	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	
Malattia pericardica	A (9)	M (4)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	
Scompenso diastolico (eziologia disfunzione)	A (9)	R (1)	M (4)	A (9)	M (4)	M (4)	R (1)	
	ETT	ETE	Eco-stress	RMC	Angiografia radionuclidica	SPECT	TC coronarica	PET
<b>Scenario 3: Pianificazione del trattamento</b>								
Pazienti con coronaropatia								
Rivascolarizzazione								
Volumi e funzione VS	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	A (7)	R (1)	R (1)	R (1)
Ischemia inducibile	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	R (3)
Vitalità	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (3)	R (1)	R (3)
Insufficienza mitralica (grading e meccanismi)	A (9)	A (7)	M (6)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Aneurisma/pseudoaneurisma (geometria ventricolare)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (3)	R (1)	R (1)	R (1)
Impianto di dispositivo								
ICD (frazione di eiezione)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	A (7)	R (1)	R (1)	R (1)
CRT								
Frazione di eiezione	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	A (7)	R (1)	R (1)	R (1)
Fibrosi della parete ventricolare	M (6)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	M (4)	R (1)	M (4)
Vitalità della parete ventricolare	M (6)	R (1)	A (9)	A (9)	M (6)	M (4)	R (1)	M (4)
LVAD	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	M (6)	R (1)	M (6)	R (1)
	ETT	ETE	Eco-stress	RMC	Angiografia radionuclidica	SPECT	TC coronarica	PET
<b>Scenario 4: Follow-up</b>								
Valutazione periodica								
Routine	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
ICD	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
CRT	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)

(continua)

Tabella 6. (segue)

	ETT	ETE	Eco-stress	RMC	Angiografia radionuclidica	SPECT	TC coronarica	PET
Rivalutazione per sintomi								
Valutazione generale	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Valutazione valvulopatia	A (9)	M (5)	M (5)	M (5)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Valutazione ischemia	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	M (5)

Criteri d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato. CRT, terapia di resincronizzazione cardiaca; ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; ICD, cardioverter-defibrillatore impiantabile; LVAD, dispositivo di assistenza ventricolare sinistra; PET, tomografia ad emissione di positroni; RM, risonanza magnetica; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata; VS, ventricolare sinistra.

coronariche, intesa come ischemia inducibile o come vitalità miocardica nei pazienti già sottoposti a coronarografia e quindi con albero coronarico noto; qualora questo dovesse rendersi necessario saranno utilizzate ovviamente le metodiche di imaging funzionale per correlare il dato anatomico noto con quello funzionale (ischemia/vitalità).

Nel paziente con storia di malattia valvolare, l'eziologia dello SC viene posta tramite ETT. In alcuni casi è necessario ricorrere all'ETE o alla RMC (es. nei casi di displasia della valvola aortica associata o meno a patologia del vaso).

Nella valutazione dei pazienti con SC e neoplasia cardiaca, patologia pericardica o cardiopatia congenita già documentati all'ecocardiogramma basale, che rimane la metodica di prima linea, l'imaging cardiovascolare con altre metodiche è appropriato nella fase iniziale per una migliore precisazione anatomica e funzionale e successivamente per correlare le variazioni dello stato clinico ad eventuali modificazioni della patologia di base (v. capitoli dedicati).

La diagnosi delle cause che sottendono il fenotipo HFpEF è estremamente importante poiché questa forma rappresenta circa il 50% dei pazienti con SC. La diagnosi iniziale è effettuata prevalentemente con l'ecocardiografia ma la RMC permette la diagnosi eziologica documentando le caratteristiche delle pareti ispessite (ipertrofia e infiltrazione). Anche la SPECT ha un ruolo nella diagnosi eziologica di HFpEF secondario a cardiomiopatie restrittive da accumulo o infiltrative quali l'amiloidosi<sup>40</sup>.

### 7.5 Scenario 3: Imaging cardiovascolare nella pianificazione del trattamento (Tabella 6)

Tutte le modalità di imaging cardiovascolare non invasive possono svolgere un ruolo nella pianificazione del trattamento dello SC.

#### 7.5.1 Valutazione della vitalità ischemia miocardica per eventuali procedure di rivascularizzazione

Nella pianificazione delle procedure di rivascularizzazione nei pazienti con SC e coronaropatia nota già valutata con angiografia coronarica, l'imaging è utilizzato in rapporto alle informazioni necessarie per una serie di scelte terapeutiche. La valutazione dell'ischemia, della vitalità, dei meccanismi delle modificazioni di geometria ventricolare indotte da aneurismi o pseudoaneurismi è effettuata utilizzando le diverse metodiche, talvolta associate tra di loro.

Per lo studio della vitalità, ETT e RMC entrambe eseguite in corso di stimolazione con dobutamina, sono le metodiche

più utilizzate. Attualmente è possibile valutare la vitalità anche mediante TC (stessi principi della RM); questa applicazione può essere utile se eseguita in associazione alla TC coronarica.

La ricerca di miocardio ischemico è valutata con imaging e stressor farmacologici. L'ETT, la RMC e l'angiografia radionuclidica sono le metodiche appropriate per il riconoscimento del miocardio ischemico.

Le alterazioni della geometria ventricolare suscettibili di "reshaping" ventricolare chirurgico (solitamente in concomitanza di interventi di rivascularizzazione chirurgica, più raramente come intervento isolato) sono studiate dettagliatamente con ETT e con RMC.

#### 7.5.2 Candidabilità ad impianto di defibrillatore

Oltre ai criteri clinico-anamnestici, l'indicazione ad impianto di ICD si basa sulla valutazione della FE. L'ETT e la RMC sono appropriate e più frequentemente utilizzate per valutare la candidabilità ad impianto di ICD; più raramente si ricorre all'angiografia radionuclidica.

#### 7.5.3 Indicazione alla terapia di resincronizzazione cardiaca

L'indicazione alla terapia di resincronizzazione cardiaca (CRT) si basa oltre che su criteri clinico-anamnestici ed elettrocardiografici anche su valutazioni morfofunzionali del ventricolo sinistro e destro ed in particolare dello stato anatomico-funzionale della parete ventricolare posterolaterale che sarà sede della stimolazione. La fibrosi cicatriziale e la vitalità di questi segmenti sono utilizzate per identificare i pazienti che possono rispondere con maggiore probabilità alla CRT e costituire l'ago della bilancia nel caso di pazienti con indicazione al limite. L'ecocardiografia di base attraverso l'analisi dell'ecodensità (quando è aumentata esprime fibrosi) o dello spessore (conservato e con ecodensità normale esprime miocardio vitale) può fornire indicazioni generiche ma informazioni sicure si ottengono con la RMC e nei casi dubbi con l'imaging funzionale (ETT da stress e RMC da stress). SPECT e PET raramente possono essere utilizzate per ottenere queste informazioni. Alcuni indici di dissincronia valutati con ETT proposti in passato, attualmente non sono considerati per l'indicazione a CRT.

#### 7.5.4 Indicazione ad impianto di dispositivo di assistenza ventricolare

L'ecocardiografia nelle sue varie modalità è in grado di fornire una valutazione morfo-funzionale del ventricolo sinistro

e destro nonché della pressione sistolica polmonare ed è appropriata come metodica di primo livello per la pianificazione dell'impianto di dispositivi di assistenza ventricolare sinistra. Una serie di parametri ecocardiografici permette di predire il rischio di sviluppare disfunzione del ventricolo destro dopo impianto. Raramente è necessaria la RM per lo studio del ventricolo destro.

#### 7.5.5 Indicazione a correzione del rigurgito mitralico secondario

L'ETT e l'ETE consentono di studiare il meccanismo dell'insufficienza mitralica secondaria (da alterato rapporto tra forze di chiusura e "tethering" dei lembi per alterata geometria ventricolare) e di stimare l'entità del rigurgito. L'entità dell'insufficienza secondaria a disfunzione ventricolare è per lo più dinamica, peggiorando sotto sforzo (per ischemia o per effetto puramente meccanico); nei casi dubbi l'eco da sforzo consente di slatentizzare e quantizzare il rigurgito mitralico. Identificare il meccanismo del rigurgito è fondamentale per le successive opzioni terapeutiche che saranno comunque sempre effettuate in base a criteri clinici: il grado di rigurgito può ridursi con la rivascolarizzazione del territorio miocardico ischemico che ne è la causa oppure si può rendere necessaria la correzione del rigurgito (chirurgica con anuloplastica o protesica o interventistica con l'uso di clip)<sup>39</sup>.

#### 7.6 Scenario 4: Imaging cardiovascolare nel follow-up (Tabella 6)

Il follow-up programmato per i pazienti con SC cronico dovrebbe basarsi principalmente sulla valutazione ecocardiografica. Valutazioni successive con tutte le altre modalità di imaging possono avere un'indicazione e rendersi necessarie se i risultati dell'ecocardiografia sono conflittuali o non conclusivi o siano necessari approfondimenti in rapporto alle variazioni dello stato clinico. Nella pratica clinica, la valutazione supplementare con imaging alternativo all'ecocardiografia è raramente necessaria durante il follow-up, perché in questa fase è già stata posta una diagnosi accurata. L'eccezione principale è il caso dei pazienti con una scadente finestra ecocardiografica, in cui il follow-up previsto può essere eseguito con ecocardiografia con mezzo di contrasto o RMC.

Nei pazienti sottoposti a CRT il follow-up programmato si avvale di solito dell'ecocardiografia, anche per la possibilità di eseguire rapidamente l'"ottimizzazione" del funzionamento dei pacemaker biventricolari. L'ecocardiografia, attraverso la valutazione della gittata cardiaca e della funzione diastolica, è un prezioso ausilio nel selezionare tra le varie modalità di programmazione, con differenti tempi di anticipo della stimolazione del ventricolo sinistro o destro, quella più vantaggiosa per l'emodinamica del singolo paziente (ottimizzazione).

Il grado di appropriatezza delle metodiche di imaging cardiovascolare nel follow-up dei pazienti sottoposti ad impianto di ICD risulta essere sovrapponibile a quello dei pazienti sottoposti a CRT.

Nel caso di peggioramento del quadro clinico durante il follow-up, una rivalutazione generale è effettuata inizialmente con ecocardiografia; successivamente in rapporto alla patologia sospettata come responsabile dei sintomi (valvulopatia, disfunzione ventricolare sinistra o destra, coronaropatia) si utilizzeranno le metodiche specifiche<sup>39</sup>.

#### 7.7 Appropriatazza nello scompenso cardiaco acuto (Tabella 7)

Lo SC acuto è caratterizzato dalla rapida comparsa o dal peggioramento dei segni/sintomi caratteristici dello SC. Il quadro clinico prevalente è quello della congestione; solo il 5% dei pazienti si presenta con segni di ipoperfusione/shock cardiogeno.

Le più recenti linee guida ESC 2016 sullo SC distinguono lo "SC *de novo*" quando si presenta per la prima volta dallo "SC riacutizzato", che si verifica a seguito di un rapido peggioramento dei segni e/o sintomi di SC, gravato da una mortalità più elevata<sup>39</sup>.

Dal punto di vista eziologico lo SC acuto può essere causato da una cardiopatia sottostante e/o da fattori estrinseci precipitanti. Tra le cause più frequenti vi sono:

- disfunzione miocardica (da ischemia, da infiammazione, da tossicità),
- insufficienza valvolare acuta,
- tamponamento cardiaco.

Considerata l'elevata mortalità del paziente ricoverato per SC acuto è necessario effettuare il più precocemente possibile la diagnosi, identificare le cause scatenanti, garantire un trattamento efficace ed un follow-up adeguato. In tale prospettiva, un ruolo fondamentale è attribuito alle metodiche di imaging. Il livello di appropriatezza di tali metodiche può variare nelle diverse fasi (diagnosi, trattamento, follow-up) e nei diversi scenari clinici possibili.

##### 7.7.1 Scenario 1: Diagnosi

Il quadro clinico del paziente può condizionare significativamente il livello di appropriatezza delle metodiche di imaging nella diagnosi dello SC:

- *Presentazione clinica:* l'unico esame appropriato è l'ETT da eseguire in emergenza nei pazienti con segni di ipoperfusione/shock cardiogeno, complicanze meccaniche dell'infarto, nella disfunzione valvolare acuta di valvola nativa o di protesi, e nelle stesse situazioni anche l'ETE è altrettanto appropriata. Nel paziente nel quale è necessaria una diagnosi differenziale con sindromi aortiche acute o embolia polmonare l'ETE è moderatamente appropriata, mentre è appropriata l'angio-TC.
- *Durante l'ospedalizzazione:* l'ETT va eseguita (preferibilmente entro le prime 48h) in tutti i pazienti con SC *de novo*, e in coloro nei quali non è nota la funzionalità cardiaca e nel caso di rapida variazione del quadro clinico; l'ETT infatti permette di acquisire rapidamente informazioni morfologiche e funzionali dell'apparato cardiovascolare utili all'inquadramento generale ed iniziale del paziente. In alcuni pazienti con cardiopatia valvolare nativa nota o nei portatori di protesi anche l'ETE è appropriata.

##### 7.7.2 Scenario 2: Terapia

- *Esordio:* nel paziente emodinamicamente instabile appropriate sono l'ecocardiografia e l'angio-TC, che permettono di fare diagnosi e consentono anche di eseguire i relativi trattamenti salvavita.
- *Durante l'ospedalizzazione:* l'ETT è appropriata nelle fasi successive per valutare il grado di congestione (valutazione di vena cava inferiore, pattern transmitralico, presenza di linee B all'ecografia polmonare), considerando che circa la metà dei pazienti viene dimessa con presenza di segni di congestione e che questa correla con una prognosi peggiorata<sup>39</sup>.

**Tabella 7.** Imaging multimodale nei pazienti con scompenso cardiaco acuto.

	ETT	ETE	Eco-stress	RMC stress	SPECT	PET	TC coronarica	TC torace
<b>Scenario 1: Diagnosi</b>								
Esordio (presentazione clinica acuta)								
Segni di ipoperfusione/shock cardiogeno	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Disfunzione valvolare acuta (nativa/protetica)	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	M (4)
Complicanze meccaniche dell'infarto	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (3)
DD TEP/dissezione aortica	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)
Durante l'ospedalizzazione	A (9)	A (7)	M (6)	A (8)	R (1)	R (1)	M (6)	M (4)
<b>Scenario 2: Terapia</b>								
Esordio (presentazione clinica acuta)								
Durante l'ospedalizzazione	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Pre-dimissione								
Vitalità/ischemia	M (6)	R (1)	A (9)	A (9)	M (6)	A (7)	A (7)	M (6)
Grading Insufficienza mitralica	A (9)	A (7)	A (7)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Indicazione CRT/ICD	A (9)	R (1)	M (6)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Indicazione a LVAD	A (9)	R (1)	R (1)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 3: Follow-up</b>								
Scompenso ad eziologia ischemica								
Scompenso ad eziologia non ischemica	A (9)	R (1)	M (5)	A (9)	M (5)	M (5)	R (3)	R (1)
Paziente candidato/portatore CRT/ICD	A (9)	R (1)	R (3)	R (3)	R (3)	R (3)	R (3)	R (1)
Paziente con variazioni cliniche dello scompenso	A (9)	R (1)	A (8)	A (7)	A (8)	M (5)	M (5)	R (1)

Criteri d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

CRT, terapia di resincronizzazione cardiaca; ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; ICD, cardioverter-defibrillatore impiantabile; LVAD, dispositivo di assistenza ventricolare sinistra; PET, tomografia ad emissione di positroni; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata.

### 7.7.3 Scenario 3: Diagnosi eziologica

Nel corso del ricovero, qualora lo SC acuto sia la prima manifestazione clinica in un paziente che non abbia una cardiopatia nota, è necessaria la definizione eziologica in base alla quale possono rendersi necessarie alcune scelte terapeutiche. Solitamente se il paziente è stabilizzato, le scelte terapeutiche legate alle varie patologie, sono effettuate in tempi successivi.

## 8. CARDIOPATIA ISCHEMICA CRONICA

La diagnosi di cardiopatia ischemica cronica (*ischemic heart disease*, IHD) risulta estremamente variegata a causa degli intricati rapporti che intercorrono tra sintomatologia, anatomia coronarica e ischemia miocardica. Nel documento di consenso ANMCO/GICR-IACPR/SICI-GISE pubblicato nel 2016, nel tentativo di fare chiarezza sull'argomento, Riccio et al.<sup>41</sup> hanno definito come affetti da IHD:

- pazienti sintomatici con angina pectoris (o suoi equivalenti) stabile (IHD sospetta se la diagnosi di malattia non è ancora stata ottenuta);
- pazienti asintomatici, ma con evidenza clinico-strumentale di pregresso infarto miocardico o SCA (da oltre 1 anno);
- pazienti asintomatici, ma portatori di patologia ostruttiva coronarica accertata (es. pazienti già sottoposti a rivascolarizzazione percutanea o chirurgica o con riscontro

coronarografico di stenosi significative o con evidenza di ischemia ai test provocativi).

Appare evidente che l'estrema variabilità di presentazione rende difficile definire in maniera univoca il ruolo dell'imaging multimodale, che può rivestire una funzione diagnostica, di stratificazione prognostica e di progressione della malattia coronarica nei differenti casi clinici, ricoprendo quindi un ruolo centrale nella gestione clinica del paziente con IHD. Tuttavia, in considerazione dell'alto numero di pazienti affetti da IHD, il rischio di inappropriatezza va considerato in maniera attenta prima di prescrivere un esame. Scopo di questo documento è descrivere il ruolo dell'imaging multimodale attraverso tre scenari clinici caratteristici di IHD:

- a) paziente sintomatico per sospetta malattia coronarica senza precedenti cardiovascolari;
- b) paziente sintomatico con precedente storia di nota IHD;
- c) paziente asintomatico: ruolo dello screening preoperatorio nei pazienti con nota cardiopatia ischemica.

### 8.1 Definizione del rischio di malattia e della probabilità pre-test nei tre scenari clinici identificati

#### 8.1.1 Stima della probabilità pre-test

I test di imaging, utilizzati nella valutazione diagnostica della cardiopatia ischemica, sono accreditati di una sensibilità e una specificità di circa l'85%, quindi circa il 15% dei risultati sono

scorretti. Per tale motivo, le linee guida ESC 2013 sulla IHD<sup>42</sup> sconsigliano di effettuare test diagnostici in pazienti con probabilità pre-test <15% o >85% in quanto vi sarebbe una percentuale troppo elevata di falsi positivi e falsi negativi, rispettivamente. Infatti, nei pazienti con probabilità di malattia elevata, cioè quando vi sia una probabilità pre-test >85%, le linee guida considerano la diagnosi come acquisita e suggeriscono l'effettuazione di metodiche di imaging da stress più con l'obiettivo di stratificare il rischio di eventi necessario per l'iter gestionale successivo. Tuttavia, in pazienti con angina a bassa soglia o con probabilità di eventi elevata, è possibile effettuare direttamente un esame coronarografico associato all'utilizzo quando indicato, della riserva frazionale di flusso che consente la valutazione di eventuali stenosi coronariche intermedie.

In pazienti con probabilità pre-test intermedia, cioè compresa tra il 15% e l'85%, è indicata invece sempre l'esecuzione di test non invasivi per una migliore definizione diagnostica. In questo gruppo di pazienti abbiamo a disposizione diverse opzioni: la scelta può spaziare dai test di ricerca di ischemia da sforzo, associati o meno a metodiche di imaging quali eco-stress, scintigrafia miocardica (SPECT o PET), RMC da stress fino alla valutazione non invasiva dell'anatomia coronarica con TC. La definizione dell'esame diagnostico migliore deve tenere conto delle caratteristiche del paziente e della sua capacità di effettuare uno specifico test, della disponibilità di metodiche in loco e dell'esperienza dell'operatore<sup>38</sup>.

### 8.1.2 Stratificazione del rischio

Le linee guida ESC 2013 sulla IHD<sup>42</sup>, riguardo la stratificazione prognostica, si riferiscono al rischio di morte a 1 anno, in quanto si propongono di identificare quei pazienti ad alto rischio che potrebbero beneficiare della rivascolarizzazione coronarica per ridurre la mortalità oltre che per il controllo dei sintomi. Utilizzano la mortalità da qualsiasi causa, piuttosto che il rischio di morte cardiovascolare e di infarto miocardico, perché considerano il primo un indicatore più robusto. Esse definiscono tre categorie di rischio di morte:

- basso, <1%/anno;
- intermedio, tra 1% e 3%/anno;
- alto, >3%/anno.

Alla definizione del rischio concorrono: la valutazione clinica, la funzione del ventricolo sinistro, la risposta a test provocativi e l'anatomia coronarica. In questo documento ci concentreremo sul ruolo dei test di imaging per la stratificazione del rischio in pazienti sintomatici con diagnosi nota di malattia coronarica o asintomatici ad alto rischio candidati a chirurgia non cardiaca.

La stratificazione del rischio si configura come un processo a piramide, in cui la valutazione clinica costituisce il punto di partenza per tutti i pazienti, seguita, nel percorso diagnostico, dalla valutazione della funzione cardiaca a riposo e dall'eventuale effettuazione di test diagnostici non invasivi.

Riguardo la funzione del ventricolo sinistro, l'esame di primo livello è l'ecocardiografia a riposo. In pazienti affetti da IHD, il più importante predittore di morte è la FE del ventricolo sinistro: la mortalità cardiovascolare è infatti inversamente proporzionale alla FE. In base ai risultati dello studio CASS i pazienti con FE <50% hanno già un rischio elevato (>3%/anno) di morte cardiovascolare; per tale motivo l'esecuzione di un esame ecocardiografico a riposo è indicata in tutti i pazienti con sospetta IHD<sup>43</sup>.

L'utilizzo di stress test per la stratificazione del rischio riveste un ruolo centrale sia in caso di sospetta IHD, che nei pazienti con IHD già diagnosticata, al fine di definire la strategia terapeutica e l'indicazione alla rivascolarizzazione coronarica. In pazienti asintomatici con storia nota di IHD, infine, i test di ricerca di ischemia concorrono alla valutazione prognostica preliminare all'effettuazione di un eventuale intervento di chirurgia non cardiaca.

Le linee guida ESC definiscono un importante ruolo diagnostico e prognostico per l'angio-tomografia coronarica (CCTA) nel contesto di pazienti sintomatici e con probabilità bassa-intermedia di malattia<sup>42</sup>.

## 8.2 Test diagnostici attualmente in uso

### 8.2.1 Ecocardiografia basale

L'ecocardiografia bidimensionale (2D) a riposo è un esame fondamentale in ciascuno dei tre scenari clinici individuati. La presenza di disfunzione sistolica del ventricolo sinistro e di asinerie regionali avvalorano la diagnosi di IHD e la FE del ventricolo sinistro è il più importante indicatore prognostico di mortalità a lungo termine in pazienti con angina stabile.

### 8.2.2 Eco-stress

L'ecocardiografia associata a test provocativi, come lo sforzo fisico o lo stress farmacologico, ha il vantaggio di consentire, oltre alla dimostrazione di ischemia miocardica, anche l'individuazione della sede e dell'estensione della stessa, guidando quindi la successiva rivascolarizzazione coronarica.

### 8.2.3 SPECT/PET

La SPECT permette di valutare la perfusione miocardica a riposo e dopo stress fisico o farmacologico. Utilizzando questa tecnica, una captazione del tracciante dopo stress ridotta rispetto alla captazione a riposo identifica le aree miocardiche potenzialmente ischemiche mentre una riduzione di captazione simile da stress ed a riposo identifica le aree miocardiche necrotiche. La PET è la metodica scintigrafica di riferimento per la valutazione della vitalità miocardica. Il suo utilizzo tuttavia è limitato dalla minore diffusione dell'apparecchiatura e dai suoi maggiori costi. Entrambe le metodiche scintigrafiche hanno un ruolo consolidato nella stratificazione del rischio.

### 8.2.4 Risonanza magnetica cardiaca

La RMC a riposo consente di valutare con estrema accuratezza la struttura, i volumi e soprattutto la funzione cardiaca e, mediante l'utilizzo di mezzo di contrasto paramagnetico, tecniche di perfusione e "late enhancement", permette di valutare la presenza di ischemia reversibile e di vitalità miocardica. Infatti, la RMC da stress consente la ricerca di ischemia miocardica mediante la dimostrazione di deficit di perfusione e/o di alterazioni della cinetica regionale del ventricolo sinistro con buona accuratezza diagnostica. Rispetto all'ecocardiografia, l'utilizzo della RMC per il calcolo di volumi, la valutazione della funzione del ventricolo sinistro e dell'estensione della fibrosi, fornisce informazioni più precise. Rispetto alla scintigrafia, la RMC non espone a radiazioni ionizzanti e permette la valutazione di deficit subendocardici.

### 8.2.5 Angio-tomografia coronarica

La CCTA consente un'accurata visualizzazione non invasiva dell'albero coronarico, mediante l'utilizzo di mezzo di contra-

sto iodato. La CCTA ha una buona accuratezza diagnostica ed è caratterizzata da elevata sensibilità e potere predittivo negativo. La TC permette inoltre la valutazione della presenza di calcio a livello delle coronarie, senza l'utilizzo di mezzo di contrasto. L'estensione delle calcificazioni coronariche, definita dall'Agatston score, è utilizzabile come marker prognostico<sup>41</sup>.

### 8.3 Scenario 1: Paziente sintomatico con angina pectoris (o suoi equivalenti) stabile e senza precedente evidenza di malattia coronarica (Tabella 8)

Le linee guida ESC definiscono i criteri con cui indicare i test di imaging non invasivo in pazienti sintomatici per sospetta malattia coronarica stabile<sup>42</sup>. Il fine è duplice: definire in modo non invasivo la diagnosi di malattia e stratificarne il rischio, elementi necessari per la gestione ed il trattamento successivo del paziente.

Nella scelta della modalità di imaging nel singolo paziente devono essere presi in considerazione elementi quali le caratteristiche del test in rapporto a quelle del paziente, le preferenze individuali, la disponibilità tecnologica e l'esperienza del centro, l'esposizione radiogena da minimizzare e valutare in rapporto ai rischi ed ai benefici attesi.

In presenza di un test di imaging chiaramente positivo, la diagnosi non invasiva di malattia è considerata acquisita e nel caso di dubbio è previsto un secondo test, prevalentemente non invasivo, di appello.

Una volta ottenuta la diagnosi, il passaggio successivo è la stratificazione del rischio. Questo viene definito in base alla severità e all'estensione della malattia coronarica anatomica evidenziata alla CCTA o dell'ischemia miocardica inducibile all'imaging funzionale. Le linee guida ESC<sup>42</sup> prevedono la possibilità di indicare la coronarografia invasiva in pazienti ad alto rischio (>3% mortalità per anno) e di considerarla in pazienti a rischio intermedio in presenza di resistenza dei sintomi alla terapia medica. Anche in pazienti con probabilità pre-test >85%, in cui i test di imaging non sono raccomandati a fini diagnostici, è comunque prevista la stratificazione del rischio mediante imaging non invasivo prima dell'esame coronarografico. È evidente pertanto che il ricorso diretto alla coronarografia diagnostica in pazienti con angina stabile (o sintomatologia equivalente) non è mai raccomandato, se non in casi particolari. La coronarografia ha lo scopo di confermare la diagnosi nei pazienti ad alto rischio come premessa alla rivascolarizzazione coronarica. Questa è indicata in presenza di lesioni coronariche >90% di un vaso epicardio maggiore o <90% ma associate ad evidenza nel rispettivo territorio di distribuzione di ischemia estesa (>10% del miocardio ventricolare sinistro) all'imaging funzionale non invasivo o di riserva frazionale di flusso <0.8.

### 8.4 Scenario 2: Paziente sintomatico con precedente storia di rivascolarizzazione (Tabella 8)

I pazienti con IHD già sottoposti a rivascolarizzazione (percutanea o chirurgica) precedentemente asintomatici o i cui sintomi erano stabili, possono sviluppare nuovo o ricorrente dolore toracico o altri sintomi che possono essere suggestivi per una ripresa di patologia. In questi pazienti è fondamentale distinguere tra coloro che hanno ricevuto una rivascolarizzazione completa e quelli che hanno ricevuto una rivascolarizzazione parziale, tenere in considerazione il tipo di stent usato e la presenza di lesioni intermedie al momento della prima procedura di rivascolarizzazione o di lesioni già dichiarate non

trattabili. Sfruttando il vantaggio di possedere una dettagliata storia anamnestica ed eventualmente un dato angiografico precedente sarà quindi possibile delineare un corretto iter diagnostico e terapeutico grazie all'impiego delle metodiche di imaging.

In questo specifico contesto, è fondamentale tenere in considerazione i limiti di ciascuna metodica. I principali limiti della valutazione anatomica con CCTA sono rappresentati dalla presenza di stent con diametro <3 mm, presenza di stent con "overlapping" e presenza di biforcazioni. Anche se la valutazione degli stent coronarici non è ottimale, la CCTA può essere utilizzata per lo studio di stent del tronco comune e dei segmenti prossimali coronarici. Analoga difficoltà emerge nella valutazione con CCTA del circolo coronarico post-anastomotico nei pazienti sottoposti a rivascolarizzazione chirurgica. Viceversa, i test funzionali non risultano influenzati dalle precedenti limitazioni riportate per la CCTA. Pertanto in questo contesto la strategia funzionale sembra prevalere sulla strategia anatomica.

In sintesi, tutte le modalità di test di follow-up entro 2 anni da una angioplastica coronarica o entro 5 anni dall'intervento di bypass aortocoronarico in assenza di nuovi sintomi sono state valutate raramente appropriate. Viceversa la recidiva dei sintomi o la comparsa di nuovi sintomi spesso riflette la progressione di malattia che può manifestarsi come insuccesso della rivascolarizzazione o evoluzione di lesioni precedentemente non significative. In assenza di specifiche indicazioni da parte delle linee guida internazionali, la scelta del follow-up dei pazienti rivascolarizzati resta legato a lavori di consenso delle società nazionali.

Nella Tabella 8 sono indicati i criteri di appropriatezza dell'uso delle metodiche imaging nei pazienti precedentemente rivascolarizzati. Tali livelli di appropriatezza si applicano sia a pazienti asintomatici che possono essere rivalutati con tecniche di imaging a 2 anni dall'angioplastica coronarica e a 5 anni dall'intervento di bypass aortocoronarico che ai pazienti rivascolarizzati con comparsa di nuovi sintomi a qualsiasi distanza dalla rivascolarizzazione)<sup>38</sup>.

### 8.5 Scenario 3: Paziente asintomatico: ruolo dello screening preoperatorio (chirurgia non cardiaca) nei pazienti con cardiopatia ischemica nota (Tabella 8)

Nei pazienti con IHD da sottoporre a chirurgia non cardiaca è necessario valutare la presenza di miocardio a rischio, il livello di soglia al quale compare l'ischemia, la funzione sistolica in rapporto a quello che sarà il tipo di intervento. Il problema non è trascurabile in quanto la chirurgia non cardiaca è soggetta a una mortalità dell'0.8-1.5% riconducibile nel 42% dei casi a cause cardiache.

Ovviamente tutti questi rischi dipendono sia dalla tipologia dell'intervento chirurgico, che dal tipo di anestesia e dal suo grado di urgenza. Sulla base di quanto indicato, la valutazione cardiologica preoperatoria prende in considerazione fattori clinici di rischio quali una storia di insufficienza cardiaca compensata o pregressa, storia di malattia cerebrovascolare, diabete mellito, insufficienza renale (creatinina >2.0 mg/dl). A tale proposito sono stati sviluppati dei punteggi per la quantificazione del rischio cardiaco.

Va inoltre considerato che la valutazione del rischio cardiaco interessa anche pazienti asintomatici, ma ad alta probabilità di malattia coronarica anche se silente, a rischio di eventi ischemici nel periodo preoperatorio.



**Tabella 8.** Imaging multimodale nei pazienti con cardiopatia ischemica cronica.

	ETT	Eco-stress	RM stress	SPECT/PET	TC coronarica	
<b>Scenario 1: Paziente sintomatico con angina pectoris (o suoi equivalenti) stabile</b>						
Primo test						
Probabilità pre-test bassa <15% (diagnosi e definizione del rischio)	M (6)	M (4)	R (3)	R (3)	M (6)	
Probabilità pre-test intermedio-bassa 15-50% (diagnosi e definizione del rischio)	M (6)	A (7)	A (7)	A (7)	A (9)	
Probabilità pre-test intermedia 50-65% (diagnosi e definizione del rischio)	M (6)	A (8)	A (8)	A (8)	A (7)	
Probabilità pre-test intermedio-alta 66-85% (diagnosi e definizione del rischio)	M (6)	A (8)	A (9)	A (9)	A (7)	
Probabilità pre-test alta >85% (definizione del rischio)	R (1)	A (7)	A (9)	A (9)	R (3)	
Secondo test						
Angiografia coronarica dubbia (definizione del rischio)	R (1)	A (7)	A (9)	A (9)	R (3)	
TC coronarica dubbia (diagnosi e definizione del rischio)	R (1)	A (7)	A (9)	A (9)	-	
Altro stress test dubbio (diagnosi e definizione del rischio)	R (1)	A (7)	A (7)	A (7)	A (8)	
Imaging positivo rischio intermedio (indicazione alla rivascularizzazione)	R (1)	M (6)	M (6)	M (6)	M (6)	
Imaging positivo rischio basso (indicazione alla rivascularizzazione)	R (1)	R (3)	R (3)	R (3)	R (3)	
Follow-up (diagnosi e definizione del rischio)	R (1)	M (4)	M (4)	M (4)	M (4)	
	ETT	Eco-stress	RM stress	SPECT/PET	TC coronarica	TC calcium score
<b>Scenario 2: Pazienti precedentemente rivascularizzati</b>						
CABG completo						
Nuova sintomatologia	R (1)	A (8)	A (8)	A (8)	A (8)	R (1)
Follow-up	R (1)	M (5)	M (5)	M (5)	M (6)	R (1)
CABG incompleto						
Nuova sintomatologia	R (1)	A (9)	A (9)	A (9)	R (3)	R (1)
Follow-up	R (1)	M (5)	M (5)	M (5)	M (4)	R (1)
PCI + stent rivascularizzazione completa						
Nuova sintomatologia	R (1)	A (8)	A (8)	A (8)	M (6)	R (1)
Follow-up	R (1)	M (5)	M (5)	M (5)	M (6)	R (1)
PCI + stent rivascularizzazione incompleta						
Nuova sintomatologia	R (1)	A (9)	A (9)	A (9)	R (3)	R (1)
Follow-up	R (1)	M (5)	M (5)	R (1)	R (2)	M (6)
<b>Scenario 3: Paziente ischemico noto asintomatico candidato a chirurgia non cardiaca</b>						
Capacità funzionale buona						
Tutte le chirurgie	R (2)	R (2)	R (2)	R (2)	R (2)	R (2)
Capacità funzionale ridotta/sconosciuta						
Chirurgia a basso rischio + FR ≥1	R (2)	R (3)	R (2)	R (2)	R (2)	R (1)
Chirurgia a rischio intermedio + FR ≥1	R (2)	M (5)	M (5)	M (5)	M (6)	R (2)
Chirurgia a rischio alto + FR ≥1	R (2)	A (7)	A (7)	A (7)	A (7)	R (2)
Trapianto renale	A (7)	A (7)	M (4)	A (7)	M (6)	M (4)

Criteria d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato. CABG, bypass aortocoronarico; ETT, ecocardiografia transtoracica; FR, fattore di rischio; PCI, angioplastica coronarica; PET, tomografia ad emissione di positroni; RM, risonanza magnetica; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata.

I pazienti candidati a trapianto renale hanno maggiore probabilità di estese calcificazioni coronariche e, anche se sottoposti a dialisi, presentano limitazioni all'uso del mezzo di contrasto (si ricorda l'efficacia del trattamento dialitico nella rimozione dei mezzi di contrasto iodato e la non efficacia nella rimozione dei mezzi di contrasto a base di gadolinio)<sup>20,38-41</sup>.

## 9. ARITMIE

Le aritmie cardiache rappresentano un importante problema di salute pubblica. La loro frequenza e complessità tendono a crescere a causa del progressivo invecchiamento della popolazione, della maggiore capacità dei cardiologi di gestire le fasi acute e croniche delle cardiopatie sottostanti e di trattare più efficacemente le comorbilità spesso associate. Le aritmie cardiache rappresentano un importante problema socio-sanitario perché possono essere causa di morte, ma soprattutto perché condizionano la qualità della vita e assorbono notevoli risorse economiche per la loro diagnosi e terapia. La crescente disponibilità di tecniche diagnostiche e di provvedimenti terapeutici sempre più complessi, efficaci e costosi rende necessario ottimizzare l'utilizzo di queste risorse<sup>44</sup>.

### 9.1 Meccanismi fisiopatologici delle aritmie e implicazioni cliniche

I meccanismi responsabili delle bradi- e delle tachiaritmie possono essere suddivisi in tre categorie: (1) disordini della formazione degli impulsi, (2) disordini della conduzione degli impulsi, (3) combinazioni dei due precedenti. Questi meccanismi si creano e si sviluppano in presenza di ischemia, ipertrofia, fibrosi, necrosi, distensione o displasia tessutale e a seguito di anomalie genetiche della funzione cellulare. È dunque necessario poter conoscere al meglio il tipo di patologia sottostante, il substrato anatomico e funzionale, lo stato dell'emodinamica cardiaca e possibilmente la sede delle lesioni per ottimizzare i percorsi diagnostico-terapeutici del paziente aritmico.

### 9.2 Razionale di un'appropriata valutazione con imaging multimodale dei soggetti con aritmia: scenari clinici

Le aritmie più comuni che possono presentarsi all'attenzione del medico durante l'abituale attività clinica sono: FA, flutter atriale, tachicardia da rientro nel nodo atrioventricolare e da vie anomale atrioventricolari, tachicardia ventricolare, battiti prematuri ventricolari, bradiaritmie. Poiché il significato clinico delle aritmie assume differente importanza in funzione del tipo di cardiopatia sottostante, per ottenere utili informazioni diagnostiche-prognostiche è necessario l'uso appropriato di specifici test di imaging.

Alla luce di quanto esposto l'imaging deve escludere una cardiopatia o al contrario fornire informazioni anatomiche e funzionali sulle eventuali cardiopatie sottostanti. L'ecocardiografia nelle sue diverse "declinazioni" (ETT, ETE, speckle tracking) rimane la metodica di prima linea. Il ricorso alle altre metodiche (metodiche cardio-radiologiche quali RMC e TC, o metodiche nucleari quali SPECT) dipende dalle patologie di base alle quali si rimanda. Considereremo le aritmie nelle quali l'imaging multimodale riveste un ruolo specifico.

### 9.3 Fibrillazione atriale

La FA è l'aritmia di più frequente riscontro nella pratica clinica. Colpisce circa il 2% della popolazione globale. La sua

prevalenza cresce con l'aumentare dell'età e può complicare quasi tutte le cardiopatie (cardiopatia ipertensiva, ischemica, valvolare, congenita, cardiomiopatie); più raramente la FA può presentarsi in cuore sano (*lone atrial fibrillation*). Esistono tre forme di FA: parossistica, persistente e permanente. Le prime due tendono a progredire verso la forma permanente in tempi relativamente brevi. La FA può produrre conseguenze anatomiche (dilatazione delle camere cardiache), emodinamiche (SC) ed emocoagulative (tromboembolia). Il tipo di cardiopatia sottostante, l'entità del danno anatomico-funzionale (estensione della fibrosi e distensione cellulare) condizionano la prognosi (evoluzione verso la forma permanente, rischio tromboembolico, deterioramento anatomico ed emodinamico) e la scelta terapeutica.

### 9.4 Flutter atriale

Il flutter atriale colpisce circa lo 0.1% della popolazione generale e la sua prevalenza aumenta con l'età. Si manifesta maggiormente nel sesso maschile e in associazione a SC, malattie croniche polmonari e nei pazienti con cardiopatia congenita operata; molto raramente in soggetti sani. Il flutter atriale può produrre conseguenze anatomiche, emodinamiche ed emocoagulative. Come per la FA, la determinazione della presenza o meno di cardiopatia, la valutazione delle sottostanti anomalie anatomiche ed emodinamiche sono elementi fondamentali per la definizione della strategia terapeutica da seguire.

#### 9.4.1 Valutazione generale

L'esecuzione di un'ETT è stata riconosciuta con indicazione di classe I C nelle recenti linee guida ESC 2016 sulla FA per guidare il management del paziente<sup>45</sup>. Tale esame consente una valutazione rapida ed orienta verso le decisioni da prendere. L'ecocardiografia è in grado di dimostrare in modo chiaro e rapido le condizioni patologiche associate a FA come ipertensione arteriosa, coronaropatia, miocardiopatie, valvulopatia.

#### 9.4.2 Dimensioni e funzione atriale

L'ecocardiografia permette di valutare le dimensioni e la funzione atriale sinistra, utili nella scelta tra strategia di controllo del ritmo o controllo della frequenza cardiaca. L'ecocardiografia tridimensionale (3D) consente anche un'ottima valutazione dei volumi atriali, ma il metodo è consigliato solo dove è acquisita un'esperienza in tale metodica.

L'ETT permette, inoltre, di valutare la funzione atriale con lo studio dei tre volumi di riferimento (*reservoir*, *conduit* e *booster pump*) e lo studio dello strain che ha correlazione inversa con la fibrosi atriale studiata con RMC e con il CHADS<sub>2</sub> score.

La RMC può essere utilizzata per definire l'anatomia cardiaca, ed in particolare per lo studio dell'anatomia delle vene polmonari, nel contesto dell'ablazione di FA e flutter atriale; inoltre per la determinazione della presenza/entità della fibrosi (indicatore della buona efficacia della terapia ablativa nella FA e nel flutter atriale atipico).

La TC può essere usata per definire l'anatomia cardiaca, e in particolare per lo studio dell'anatomia delle vene polmonari, nel contesto dell'ablazione di FA e flutter atriale<sup>46</sup>.

#### 9.4.3 Ricerca di trombi pre-cardioversione/pre-ablazione

Qualora vi sia necessità di escludere trombosi in atrio sinistro ed in particolare in auricola l'ETE è indispensabile. Lo studio

dell'auricola prevede una valutazione morfologica (numero dei lobi e "shape" dell'auricola) e funzionale ("area change" dell'auricola e velocità flussimetriche auricolari). Il rilievo di una morfologia auricolare complessa (morfologia "a cavolfiore"), la presenza di velocità auricolari <20 cm/s, una contrattilità auricolare molto ridotta identificano un aumentato rischio trombotico. L'ecocardiografia 3D consente un'ottima valutazione dell'auricola, permettendo di sciogliere dubbi come la differenziazione tra muscoli pettinati e trombi o il numero dei lobi dell'auricola. Anche il contrasto spontaneo è espressione di stasi ed è associato a maggior rischio cardioembolico, ma esso non controindica la cardioversione. Lo "sludge" o "fango" auricolare è l'espressione più complessa del contrasto, che precede la formazione di un trombo. Le linee guida non pongono lo "sludge" come criterio per rimandare la cardioversione. Tuttavia, diversi clinici preferiscono rinviare la cardioversione, proponendo una scoagulazione più spinta per altre settimane<sup>45</sup>.

### 9.5 Tachicardia da rientro nel nodo atrioventricolare

La tachicardia da rientro nel nodo atrioventricolare si manifesta in circa il 10% della popolazione generale ed è responsabile di due terzi di tutte le tachicardie parossistiche sopraventricolari. Spesso si può presentare in assenza di cardiopatia sottostante. L'esordio della tachicardia da rientro nel nodo atrioventricolare si ha più comunemente entro la quarta decade di vita, colpisce prevalentemente il genere femminile con un rapporto donne/uomini di circa 2:1. Nei pazienti con questo tipo di aritmia è fondamentale escludere una cardiopatia sottostante; in caso di presenza di cardiopatia è importante valutarne il tipo, l'anatomia e la funzione cardiaca.

### 9.6 Tachicardia da rientro atrioventricolare

Le tachicardie da rientro atrioventricolare sono dovute alla presenza di vie accessorie extra nodo atrioventricolare che connettono la superficie epicardica dell'atrio e del ventricolo a livello del solco atrioventricolare sia destro che sinistro. La preeccitazione ventricolare che ne può derivare si presenta nella popolazione generale con una frequenza di 1.5/1000 soggetti, di solito in soggetti giovani. La presenza di vie accessorie raramente si associa a una cardiopatia. Quando presenti, le cardiopatie più frequentemente coinvolte sono la cardiomiopatia ipertrofica, l'anomalia di Ebstein e la trasposizione corretta dei grandi vasi. Nei pazienti con vie anomale atrioventricolari è importante definirne la capacità conduttiva, la presenza di una cardiopatia sottostante e definire l'anatomia e la funzione cardiaca perché condizioni determinanti la prognosi.

L'ecocardiografia nei pazienti con questo tipo di aritmia è fondamentale per escludere una cardiopatia sottostante. L'ecocardiografia non mostra rilievi fondamentali nei pazienti con tachicardia da rientro atrioventricolare. La funzione ventricolare depressa determinerà cattiva prognosi.

In soggetti senza patologia sottostante, una volta trattata l'aritmia, non vi è necessità di valutazioni seriate con test di imaging.

### 9.7 Battiti prematuri ventricolari

I battiti prematuri ventricolari sono una turba del ritmo cardiaco molto comune nella pratica clinica. La frequenza e la complessità dei battiti prematuri ventricolari aumentano con l'età, con la presenza di una cardiopatia sottostante e con

il grado di disfunzione ventricolare. I fattori che più spesso entrano in gioco nel loro determinismo sono: la/le cicatrici necrotiche, la fibrosi, l'ipertrofia, la distensione o la displasia cellulare, l'ischemia, gli squilibri neuro-ormonali o metabolici, le disonie e gli effetti indesiderati di varie sostanze (alcool, tabacco, caffeina, ecc.). I battiti prematuri ventricolari possono agire da meccanismo scatenante tachiaritmie ventricolari pericolose per la vita. Il significato prognostico dei battiti prematuri ventricolari dipende principalmente dalla presenza o assenza di cardiopatia sottostante, dalla presenza di un potenziale circuito di rientro nel ventricolo, dal numero e dalla loro complessità (coppie, salve). In soggetti senza cardiopatia evidenziabile i battiti prematuri ventricolari presenti a riposo e soppressi da attività fisica sono da ritenersi benigni. In presenza di cardiopatia (in particolare IHD, sindromi aritmogene genetiche o cardiomiopatia aritmogena del ventricolo destro) o SC devono essere ritenuti indicatori di una prognosi più sfavorevole per morte totale e improvvisa. In questo contesto clinico è dunque importante conoscere il tipo di cardiopatia sottostante, l'anatomia e la funzione cardiaca e valutare nel tempo l'evoluzione della malattia. I pazienti con questo tipo di aritmia devono essere valutati con test di imaging seriati nel tempo.

Nei pazienti senza cardiopatia nota con battiti prematuri ventricolari le tecniche di imaging hanno la finalità di escludere una serie di cardiopatie potenzialmente aritmogene, in particolare le cardiomiopatie genetiche. L'ecocardiografia rappresenta la tecnica di prima linea e di maggiore diffusione e di basso costo che consente una diagnosi accurata o di esclusione di cardiopatia o di esistenza di patologie valvolari, miocardiche, ischemiche o patologie ereditarie associate ad aritmie ventricolari. In base ai risultati preliminari dell'esame ecocardiografico si valuterà il ricorso alle altre metodiche di imaging.

Nei pazienti con cardiopatia nota le metodiche di imaging vanno sempre integrate in un contesto diagnostico che comprenda valutazione clinica e anamnestica e che preliminarmente orienti verso un'alta probabilità che le informazioni ottenute dalle metodiche di imaging possano modificare le scelte terapeutiche e l'outcome del paziente<sup>47</sup>.

### 9.8 Tachicardia ventricolare

La tachicardia ventricolare abitualmente si presenta in associazione ad una cardiopatia, ma non è eccezionale il riscontro in soggetti senza o con scarsi segni di compromissione miocardica. Le cardiopatie più frequentemente coinvolte nella comparsa di tachicardia ventricolare sono: l'IHD postinfartuale, la cardiomiopatia dilatativa, la cardiomiopatia ipertrofica, la cardiopatia congenita post-chirurgica (in particolare la tetralogia di Fallot), la cardiomiopatia aritmogena del ventricolo destro e le cardiopatie da anomalie genetiche dei canali ionici. Le tachicardie ventricolari non associate a cardiopatia strutturale compaiono spesso nei giovani e vengono definite "idiopatiche" (tachicardia ventricolare del tratto di efflusso ventricolare, tachicardia ventricolare fascicolare). Il tipo di cardiopatia, la presentazione clinica (ischemia acuta, IHD, SC, ecc.), e la presenza o meno di fattori causali (ischemia, disonia, assunzione di sostanze eccitanti, farmaci, ecc.) possono condizionare la frequenza di comparsa, la gravità e il significato prognostico delle tachicardie ventricolari. Nei pazienti con tachicardia ventricolare è dunque essenziale la ricerca della presenza di una cardiopatia sottostante, del tipo di cardio-

patia e del danno anatomico-funzionale associato. Un'attenta valutazione di queste variabili consente di definire il significato prognostico della tachicardia ventricolare, la probabilità di efficacia di una specifica soluzione terapeutica e la valutazione clinica nel tempo dei risultati. Per tale motivo anche il grado di appropriatezza della RMC è variabile in rapporto all'inquadramento iniziale della patologia. In caso di sospetta displasia aritmogena del ventricolo destro e nelle tachicardie da cono di efflusso la RMN ha un grado di appropriatezza elevato perché diventa importante nella conferma di diagnosi in forme non conclamate e come mezzo di identificazione di tipo e sede di lesione<sup>48</sup>.

### 9.9 Bradiaritmie

Le bradiaritmie comprendono una vasta gamma di disturbi del ritmo che vanno dalle anomalie di funzionamento del nodo del seno a quelle del nodo atrioventricolare ai disturbi di conduzione delle branche e dei fascicoli. Pur rappresentando un fenomeno piuttosto frequente poco si sa della loro frequenza di comparsa perché non sono disponibili studi specifici epidemiologici. Dal punto di vista eziologico le bradiaritmie possono essere dovute a cause intrinseche (fibrosi, ischemia o necrosi, estensione delle calcificazioni nelle valvulopatie

mitro-aortiche, lesioni chirurgiche, patologie infiltrative o infiammatorie, malattie neuromuscolari o anomalie congenite) o estrinseche (interferenze vagali, squilibri ionici, farmaci) o combinazioni delle precedenti. Come per tutte le tachiaritmie precedentemente analizzate, anche per le bradiaritmie è importante identificare le cause eziopatogenetiche sottostanti soprattutto nelle forme in cui è in dubbio la natura intrinseca o estrinseca del disturbo dell'eccitocoduzione. Pertanto anche in questi contesti clinici diventano utili i test di imaging per identificare la presenza di anomalie strutturali soprattutto in soggetti giovani senza evidenza di dati anamnestici o genetici che giustificano la presenza delle suddette aritmie. Ad esempio la trasposizione corretta dei grossi vasi può associarsi a gradi variabili di blocco atrioventricolare<sup>48</sup> (Tabella 9).

### 10. PATOLOGIA VALVOLARE NATIVA CRONICA

Nell'ambito delle cardiopatie valvolari la diagnostica multimodale per immagini ha un ruolo cardine non solo a livello diagnostico e prognostico, ma anche a livello procedurale per la scelta e il monitoraggio della tecnica chirurgica o di emodinamica interventistica.

Tabella 9. Imaging multimodale nei pazienti con aritmie.

	ETT	ETE	ETT strain	TC	RMC
<b>Scenario 1: Fibrillazione/flutter atriale</b>					
Cardiopatie associate					
Valutazione generale	A (9)	R (1)	R(1)	R (1)	R (1)
Studio degli atri/auricola sinistra pre-cardioversione, pre-ablazione					
Dimensioni	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)
Funzione	M (4)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)
Geometria	A (9)	M (6)	R (1)	A (9)	A (9)
Fibrosi	R (1)	R (1)	R(1)	R (1)	A (9)
Flussi lenti/sludge	M (4)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)
Trombi	M (4)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)
Anatomia delle vene polmonari	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)
<b>Scenario 2: Tachicardia da rientro nel nodo AV/tachicardia da rientro AV</b>					
Tachicardia da rientro nel nodo AV					
Valutazione generale	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Tachicardia da rientro AV					
Valutazione generale	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 3: Battiti prematuri ventricolari/tachicardia ventricolare</b>					
Battiti prematuri ventricolari					
Valutazione generale	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)
Tachicardia ventricolare					
Valutazione generale	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)
Valutazione in casi selezionati	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)
<b>Scenario 4: Bradiaritmie</b>					
Valutazione generale	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)

Criteri d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

AV, atrioventricolare; ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; RMC, risonanza magnetica cardiaca; TC, tomografia computerizzata.

Le informazioni devono riguardare aspetti morfologici e funzionali, un'accurata valutazione dell'anatomia e dell'eziologia della disfunzione valvolare, della sua presenza e gravità (costante o variabile), dei conseguenti adattamenti funzionali delle camere cardiache e del circolo polmonare. Si deve altrettanto accuratamente valutare la coesistenza di altre patologie valvolari, vasali, miocardiche e pericardiche, e dei relativi adattamenti funzionali. Giova qui sottolineare che gli studi scientifici e le linee guida internazionali sono ricchi di documentate indicazioni per la diagnosi e il trattamento dei singoli vizi valvolari, nei quali è più semplice interpretare le conseguenze emodinamiche, funzionali e prognostiche. La simultanea presenza di stenosi e insufficienza nella stessa valvola e/o il coinvolgimento di più apparati valvolari non è affatto infrequente, di facile riscontro nell'eziologia reumatica ma relativamente spesso anche nelle forme degenerative, in quelle attiniche e nelle forme congenite.

Ne risulta un quadro molto complesso la cui valutazione va adattata allo stadio clinico del paziente. La presenza di sintomi o di sovraccarico emodinamico e la loro stretta correlazione con la valvulopatia rappresentano un importante spartiacque nella valutazione prognostica e nel timing interventistico, e devono essere attivamente ricercati e oggettivamente documentati. Pertanto è spesso utile e talvolta indispensabile l'utilizzo di uno stress test con imaging, che consenta la valutazione dinamica della patologia, in quanto una valvulopatia emodinamicamente lieve in condizioni basali può rivelarsi grave, utilizzando uno stress opportuno (il più raccomandato, poiché fisiologico, è l'esercizio fisico)<sup>49</sup>.

La decisione per il trattamento della/delle valvulopatie non può basarsi solamente sui dati dell'imaging, in particolare alla luce dei nuovi approcci terapeutici (applicazione di bioprotesi transcatteteri, applicazione di clip, interventi con approcci minitoracotomici) diventa indispensabile il giudizio dell'Heart Team esperto in patologie valvolari.

### 10.1 Scenario 1: Sospetta valvulopatia (Tabella 10)

Viene considerato un paziente nel quale viene sospettata una valvulopatia (sintomatologia non specifica, reperto auscultatorio di soffio cardiaco o di toni aggiunti, rilievo accidentale di anomalie all'Rx torace o all'ECG, familiarità per valvulopatie quali bicuspidia aortica o malattia di Barlow). Indipendentemente dal motivo che ha portato alla diagnosi di valvulopatia, la valutazione di imaging di base per la diagnosi prevede un'ETT, solitamente sufficiente a definire diagnosi, meccanismo, grado di disfunzione, stadiazione della patologia. L'ETE è di regola utilizzata in seconda battuta, qualora persistano dubbi sulla diagnosi.

L'ETT e l'ETE sono le modalità di prima linea per lo studio delle valvulopatie. In generale si ricorre alle altre metodiche quando le immagini eco sono subottimali, quando vi è discordanza su alcuni dati, quando occorrono informazioni più dettagliate sulle patologie associate.

Una volta accertata la valvulopatia, gli scenari di appropriatezza sono differenti in rapporto al tipo di vizio valvolare ed in particolare degli adattamenti funzionali e alle indicazioni al trattamento (conservativo, percutaneo, chirurgico).

Immediatamente dopo la diagnosi, le metodiche di imaging concorrono quindi a definire: (a) anatomia dell'apparato valvolare, (b) eziologia, (c) gravità del vizio, (d) conseguenze sulle camere cardiache, (e) altre patologie cardiache non direttamente correlate.

Considereremo separatamente le singole valvulopatie dell'adulto, indicando per ogni metodica di imaging, oltre a quella ecocardiografica, le principali indicazioni<sup>50</sup>.

### 10.2 Scenario 2: Stenosi aortica (Tabella 10)

Una volta diagnosticata la stenosi aortica l'imaging è utilizzato per valutare la morfologia (comprensiva del numero delle cuspidi e dell'eziologia), l'estensione delle calcificazioni e la gravità emodinamica.

L'ETT è la metodica di prima linea per una valutazione complessiva del vizio valvolare, degli adattamenti funzionali e delle patologie associate. Nei pazienti sintomatici, qualora l'ETT non porti a diagnosi conclusive, può essere indicata l'ETE che permette una migliore definizione dell'anatomia e dell'area, in particolare utilizzando l'ecocardiografia 3D che supera il limite 2D della non planarità dell'orifizio aortico.

In assenza di sintomi o per una valutazione dinamica ai fini di un giudizio di gravità e di prognosi (riserva contrattile, pressione polmonare, definizione del tipo di stenosi aortica), si potranno effettuare test funzionali, quali l'eco da sforzo o l'eco-dobutamina. Anatomia e severità possono essere, in alcuni casi selezionati, studiate con TC e RMC. Per le patologie associate si utilizzano le metodiche appropriate per ciascuna di loro. Ad esempio per la coronaropatia associata si utilizzano eco-stress, SPECT, TC coronarica, coronarografia, per una corretta valutazione della volumetria ventricolare ed ancora più per un giudizio sulla fibrosi miocardica la RMC risulta la metodica di scelta.

Per l'indicazione alla sostituzione valvolare ed in particolare per il "revalving" con protesi biologica transcatteteri diventa fondamentale la TC sia per lo studio delle coronarie che per valutare la fattibilità dell'impianto (arterie per vie di accesso e anello)<sup>51</sup>.

### 10.3 Scenario 3: Insufficienza aortica (Tabella 10)

Una volta diagnosticata l'insufficienza aortica, l'imaging è utilizzato per valutare l'anatomia della valvola e del vaso (ai fini di determinare l'eziologia ed il meccanismo del rigurgito), la gravità emodinamica e i meccanismi di adattamento. Su tali informazioni si basa il timing chirurgico riparativo o sostitutivo.

Le principali cause del rigurgito aortico sono l'alterazione morfologica primitiva delle cuspidi (valvola aortica tricuspide o bicuspidata degenerata) o una patologia primitiva del vaso aortico con conseguente deformazione della geometria e malapposizione delle cuspidi. L'endocardite provoca rigurgito aortico agendo meccanicamente sulla coaptazione o provocando perforazione della/e cuspidi.

L'ETT è la metodica di prima linea per una valutazione complessiva del vizio valvolare, degli adattamenti funzionali e delle patologie associate. Se necessario, specialmente in previsione di un intervento riparativo, l'ETE permette una migliore definizione dell'anatomia della valvola, del vaso e dei meccanismi del rigurgito. L'ETT 3D e lo studio del GLS permettono una buona valutazione dei meccanismi di compenso emodinamico per informazioni sul timing chirurgico.

La RM è stata proposta per lo studio anatomico e funzionale dell'insufficienza aortica (valvola e vaso) e per una migliore definizione della volumetria ventricolare sinistra comprensiva della funzione e dell'eventuale fibrosi.

**Tabella 10.** Imaging multimodale nei pazienti con patologia valvolare nativa cronica.

	ETT	ETE	Eco-stress	TC coronarica	SPECT	PET	RMC	Coronarografia
<b>Scenario 1: Sospetta valvulopatia</b>								
Soffi, sintomi aspecifici, rilievo accidentale								
Screening valvulopatie familiari (bicuspidia, malattia di Barlow)								
Diagnosi (morfologia, eziologia)	A (9)	R (1)	R (1)	M (4)	R (1)	R (1)	M (4)	R (1)
<b>Scenario 2: Stadi di stenosi aortica nota</b>								
Asintomatici (follow-up)								
Diagnosi (morfologia, eziologia)	A (9)	R (3)	R (1)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Gravità (emodinamica)	A (9)	R (3)	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Sintomatici								
Diagnosi (morfologia)	A (9)	M (6)	R (1)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Gravità (emodinamica)	A (9)	M (6)	R (1)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Patologie associate								
Valvolari	A (9)	M (6)	M (6)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Vasali	A (9)	M (6)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Pressione polmonare	A (9)	R (1)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Miocardiche (funzione ventricolare)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	A (7)	R (1)
Pericardiche	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	M (4)	R (1)
Coronariche	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)
Indicazione a sostituzione valvolare	A (9)	M (4)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)
Indicazione a revalving (TAVI)	A (9)	A (8)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)
<b>Scenario 3: Stadi di insufficienza aortica nota</b>								
Asintomatici (follow-up)								
Valvulopatia lieve-moderata								
Diagnosi (anatomia, eziologia)	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	R (1)
Gravità (emodinamica)	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	R (1)
Valvulopatia severa								
Diagnosi (anatomia, eziologia)	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	R (1)
Gravità (emodinamica)	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	R (1)
Sintomatici								
Diagnosi (anatomia, eziologia)	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	R (1)
Gravità (emodinamica)	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	R (1)
Patologie associate								
Valvolari	A (9)	M (6)	M (4)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Vasali	A (9)	M (6)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Pressione polmonare	A (9)	R (1)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Miocardiche (funzione ventricolare)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Pericardiche	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	M (4)	R (1)
Coronariche	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)
Indicazione a riparazione aortica	A (7)	A (9)	R (1)	A (7)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Indicazione a chirurgia (valvola/vaso)	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)

(continua)

Tabella 10. (segue)

	ETT	ETE	Eco-stress	TC coronarica	SPECT	PET	RMC	Coronarografia
<b>Scenario 4: Stadi di stenosi mitralica</b>								
Asintomatici (follow-up)								
Diagnosi (anatomia, eziologia)	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Gravità (emodinamica)	A (9)	M (6)	A (9)	R (1)	R(1)	R (1)	R (1)	R (1)
Sintomatici								
Diagnosi (anatomia)	A (9)	M (6)	R (1)	R(1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Gravità (emodinamica)	A (9)	M (6)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Patologie associate								
Valvolari	A (9)	M (6)	R (1)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Atriali	A (9)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Pressione polmonare	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Miocardiche	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Pericardiche	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	M (4)	R (1)
Coronariche	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)
Indicazione a valvuloplastica percutanea	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Indicazione a valvuloplastica chirurgica	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Indicazione a sostituzione valvolare	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 5: Stadi di insufficienza mitralica</b>								
Asintomatici (follow-up)								
Diagnosi (morfologia, eziologia)	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Gravità (emodinamica)	A (9)	M (6)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Sintomatici								
Diagnosi (morfologia, eziologia)	A (9)	A (7)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Gravità (emodinamica)	A (9)	A (7)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	R (1)
Patologie associate								
Valvolari	A (9)	M (6)	M (6)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Vasali	A (9)	M (6)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Pressione polmonare	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Miocardiche	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Pericardiche	A (9)	R (1)	R(1)	A (9)	R (1)	R (1)	M (4)	R (1)
Coronariche	R (1)	R (1)	A (7)	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)
Indicazione a riparazione percutanea	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Indicazione a riparazione chirurgica	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Indicazione a sostituzione valvolare	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)

Criteri d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; PET, tomografia ad emissione di positroni; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TAVI, impianto transcateretere di valvola aortica; TC, tomografia computerizzata.

La TC è utilizzata per perfezionare lo studio del complesso valvola-radice in previsione di interventi riparativi sulla valvola aortica o sul vaso aortico con interessamento della valvola<sup>51</sup>.

#### 10.4 Scenario 4: Stenosi mitralica (Tabella 10)

La stenosi mitralica è prevalentemente di origine reumatica e raramente congenita. Negli ultimi anni sono state descritte forme di ostacolo all'afflusso ventricolare sinistro ad eziologia

degenerativa (massiccia calcificazione dell'anello o sclerocalcificazione valvolare attinica).

L'ETT è la metodica di prima linea per una valutazione completa del vizio valvolare (anatomia, eziologia e gravità), degli adattamenti funzionali e delle patologie associate. L'ETT da sola è sufficiente per fornire informazioni anatomiche sui lembi (in particolare sulle commissure) e sull'apparato sottovalvolare oltre a quelle emodinamiche necessarie per il gra-

ding del vizio. L'ETE raramente è necessaria per ottenere tali informazioni.

L'eco da sforzo nei pazienti asintomatici o con sintomi dubbi permette lo studio dinamico dei gradienti transmitralici e della pressione polmonare e quindi spostare o meno la decisione verso l'intervento di correzione.

Le informazioni ottenute con ETT sono sufficienti al clinico per le indicazioni alla correzione del vizio e per definire le caratteristiche anatomiche favorevoli ad una valvuloplastica percutanea. In quest'ultimo caso si associa l'ETE essenzialmente per escludere l'eventuale tromboasi atriale<sup>52</sup>.

### 10.5 Scenario 5: Insufficienza mitralica (Tabella 10)

L'insufficienza mitralica più di ogni altra patologia valvolare riconosce diverse eziologie e molteplici meccanismi fisiopatologici la cui profonda conoscenza è necessaria per il corretto management. La distinzione iniziale è tra forme primarie e forme secondarie. Nelle forme primarie occorre correlare le alterazioni morfologiche all'eziologia anche se questo talvolta non è possibile e l'eziologia può rimanere oscura. Nelle forme di insufficienza mitralica secondarie per lo più a disfunzione ventricolare sinistra occorre identificare correttamente il meccanismo del rigurgito.

#### 10.5.1 Forme primarie

Nell'adulto sono prevalentemente le forme degenerative (da degenerazione mixoide o da deficienza fibroelastica). L'ETT è sufficiente a definire le anomalie morfologiche ed il grado del rigurgito mitralico. Qualora clinicamente sia necessaria una valutazione più approfondita dell'anatomia valvolare (conoscenza che potrebbe spingere ad un intervento più precoce se la probabilità di riparazione è molto elevata) l'ETE, ed in particolare l'ETE con la ricostruzione 3D, diventa metodica fondamentale. Infatti sia il tipo di anomalia (degenerazione, "flail") sia gli "scallop" interessati dai progressi patologici e lo stato anatomo-funzionale dell'anello sono studiati al meglio dall'ETE 3D con ricostruzioni di modelli utili ai fini di un giudizio di riparabilità.

#### 10.5.2 Forme secondarie a disfunzione ventricolare sinistra primitiva o ischemica

L'ETT è metodica di scelta per interpretare i meccanismi ventricolari alla base del rigurgito per le informazioni che permette di ottenere non solo sull'apparato mitralico ma anche sul ventricolo sinistro (geometria, volumetria, funzione globale e segmentaria). L'ETE risulta talvolta indispensabile ai fini di un giudizio sulla fattibilità di una riparazione percutanea (solitamente impianto di clip) in quanto consente, in particolare mediante la ricostruzione 3D dei jet, di identificare i siti dell'origine del/dei rigurgiti, permettendo così di programmare correttamente la procedura.

Nelle forme primarie il test cardiopolmonare può essere utilizzato per definire i quadri clinici con sintomatologia dubbia. Nelle forme secondarie spesso il grado del rigurgito va slatentizzato e spesso è necessario approfondire la conoscenza dello stato anatomo-funzionale dei ventricoli. In questi casi i test funzionali diventano indispensabili: l'eco da sforzo ed il test cardiopolmonare permettono di evidenziare l'eventuale comparsa o l'aggravamento del rigurgito mitralico ischemico, la RM con dobutamina e l'eco-stress con dobutamina sono metodiche che permettono di identificare il miocardio vitale suscettibile di rivascularizzazione.

#### 10.5.3 Forme secondarie a endocardite infettiva

L'ETT ma ancora più l'ETE permettono l'identificazione delle vegetazioni, le eventuali complicanze e il meccanismo del rigurgito<sup>51,52</sup>.

## 11. PROTESI VALVOLARE

La difficoltà nello studio delle protesi valvolari è legata ai numerosi modelli, alle diverse taglie, alla diversa sede ed alle diverse modalità di impianto.

L'ETT mono-2D e color Doppler e l'ETE 2D e 3D sono le metodiche di scelta per lo studio ed il follow-up dei pazienti con protesi. Purtroppo l'anatomia ecocardiografica delle protesi è differente da quella delle valvole native, in particolare per le protesi meccaniche nelle quali i fenomeni di riverbero da parte del materiale di cui sono costituite (riverberi e coni d'ombra) non permettono di discriminare gli elementi costitutivi e possono ostacolare l'analisi dei flussi. Lo studio ecocardiografico delle protesi prevede la conoscenza del tipo, della taglia e della data di impianto: conoscere questi dati è fondamentale, in quanto aspetti normali per alcuni modelli di protesi potrebbero non esserlo per altri. Finestre e proiezioni sono simili a quelle utilizzate per lo studio delle valvole native. Alcune volte è però necessario ricorrere a proiezioni non ortodosse ("off-axis") che permettono la visualizzazione degli elementi mobili<sup>53</sup>.

L'esame ecocardiografico permette lo studio morfologico e funzionale delle protesi e costituisce la metodica di scelta nel follow-up. Le protesi possono andare incontro a malfunzione che può consistere nella disfunzione e nel distacco. Per comodità abbiamo distinto la disfunzione (alterazioni intrinseche dei componenti della protesi) dal distacco (disancoramento, per qualsiasi motivo, dell'anello protesico dall'anello nativo) anche se talvolta le due condizioni possono coesistere.

Nel caso di disfunzione, sospetta o certa, le anomalie morfologiche delle bioprotesi sono assimilabili a quelle delle valvole native (sclerocalcificazione, lacerazione ed eversione) mentre per le protesi meccaniche le alterazioni sono del tutto caratteristiche e riguardano gli anomali movimenti dell'occlusore (più frequentemente un doppio emidisco) e le strutture che interferiscono (trombi, panni). La disfunzione può provocare una stenosi, una insufficienza o una steno-insufficienza. La diagnosi corretta prevede l'integrazione delle informazioni morfologiche ed emodinamiche con ecocardiografia mono-2D e Doppler. Particolarmente insidioso il rilievo di un elevato gradiente transprotesico, non giustificato dalla taglia della protesi. In questi casi per escludere un mismatch protesico occorre una valutazione funzionale con eco-stress. Il distacco protesico è caratterizzato da un rigurgito periprotetico e va differenziato dal rigurgito intraprotetico.

L'endocardite è una temibile evenienza che si manifesta prevalentemente con il distacco (disancoramento della protesi) o con una serie di complicanze quali ascessi e pseudoaneurismi perivalvolari particolarmente frequenti a livello delle protesi aortiche, in particolare nei condotti valvolari.

Alla metodica ecocardiografica si associano altre metodiche di imaging, utili in particolare nella diagnosi di malfunzione, distacco ed endocardite. Accanto alla cinefluoroscopia, tradizionalmente utilizzata per lo studio del movimento dell'occlusore metallico, più recentemente la TC, la RM e la PET sono state utilizzate in molti casi per la valutazione delle protesi malfunzionanti o distaccate.



Il percorso diagnostico, in termini di appropriatezza delle metodiche, è uguale per le protesi in sede aortica da quelle in sede mitralica, per cui saranno trattate insieme. Abbiamo considerato, per la diagnosi di disfunzione o distacco, la probabilità clinica bassa o alta in base ai sintomi ed ai segni clinici (obiettività generale e cardiologica, in particolare soffi o anomalie dei click delle protesi meccaniche)<sup>49</sup>. Abbiamo preferito semplificare gli scenari, rispetto ad altre proposte sull'appropriatezza, in quanto ritenuto più utile ai fini clinici. In generale i criteri qui proposti per le protesi aortiche e mitraliche possono essere applicati alle protesi in altra sede.

**11.1 Scenario 1: Follow-up dei pazienti asintomatici**

(Tabella 11)

Il follow up si basa sull'ETT che deve essere completa valutando non solo la protesi ma anche le eventuali altre valvole non trattate, le dimensioni e la funzione ventricolare, la pressione

polmonare, il vaso aortico e il pericardio (pericardite costrittiva, eventualità non frequente ma da tenere presente)<sup>53</sup>.

**11.2 Scenario 2: Sintomi e segni clinici di disfunzione**

(Tabella 11)

In caso di sintomi e segni clinici di disfunzione occorre distinguere tra pazienti con bassa probabilità da quelli con alta probabilità. Nei pazienti con bassa probabilità (sintomi sfumati o attribuibili a patologie extracardiache, a patologie valvolari non corrette, ipertensione polmonare o cardiomiopatia associata in particolare se preesistenti all'intervento) oltre all'ETT può essere moderatamente appropriata l'ETE e la scopia (Rx) per le protesi meccaniche. Nei pazienti con alta probabilità (sintomi e modificazioni dell'obiettività comparsi durante il follow-up) ETT ed ETE permettono il più delle volte l'accurata diagnosi sia delle alterazioni morfologiche che di quelle emodinamiche. L'ETE ha una maggiore sensibilità nell'identificare

**Tabella 11.** Imaging multimodale nei pazienti con protesi valvolare.

	ETT	ETE	Eco-stress	Rx torace	SPECT/leucociti	TC coronarica	RMC	PET/TC coronarica
<b>Scenario 1: Follow-up dei pazienti asintomatici</b>								
No variazioni obiettività/auscultatorie								
Protesi biologica	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Protesi meccanica	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 2: Sintomi e segni clinici di disfunzione</b>								
Probabilità bassa di disfunzione								
Protesi biologica	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Protesi meccanica	A (9)	M (6)	R (1)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Probabilità alta di disfunzione								
Protesi biologica	A (9)	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	A (9)	R (3)	R (1)
Protesi meccanica	A (9)	A (9)	M (6)	A (9)	R (1)	A (7)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 3: Sintomi e segni clinici di distacco</b>								
Probabilità bassa di distacco								
Protesi biologica	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Protesi meccanica	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Probabilità alta di distacco								
Protesi biologica	A (9)	A (9)	R (1)	R (3)	R (1)	A (7)	R (1)	R (1)
Protesi meccanica	A (9)	A (9)	R (1)	R (3)	R (1)	A (7)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 4: Sospetta endocardite infettiva</b>								
Probabilità bassa								
Protesi biologica	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Protesi meccanica	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Probabilità alta								
Protesi biologica	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	A (7)	A (7)	M (5)	A (7)
Protesi meccanica	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	A (7)	A (7)	M (5)	A (7)
Endocardite infettiva certa								
Protesi biologica	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (7)
Protesi meccanica	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (7)

Criteri d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato. ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; PET, tomografia ad emissione di positroni; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata.

il trombo quale causa della disfunzione, in particolare quando il trombo è fresco e per questo scarsamente ecogenico. L'ostruzione protesica in assenza di anomalie di movimenti dell'occlusore riconosce nel panno la causa più frequente (l'altra è il mismatch protesico). La ricostruzione ETE 3D del panno permette di visualizzare l'estensione del processo di crescita esuberante. L'ETE (2D-3D) il più delle volte permette di distinguere un panno dal trombo o la coesistenza delle due patologie. L'ETE consente inoltre di identificare un particolare tipo di disfunzione delle protesi meccaniche: il rigurgito intra-protesico severo a causa di un panno che impedisce l'alloggiamento dell'occlusore sull'anello.

La TC è appropriata per il riconoscimento delle anomalie morfologiche, in particolare per le bioprotesi. A tale proposito va segnalato che la TC, anche se con decorso subclinico, permette di identificare le trombosi, in particolare nelle bioprotesi aortiche impiantate transcateretere nelle quali, probabilmente per le caratteristiche costruttive, l'ETE può avere una minore sensibilità diagnostica. Meno definito il ruolo della RM e raramente appropriata<sup>54</sup>.

### 11.3 Scenario 3: Sintomi e segni clinici di distacco

(Tabella 11)

Anche in presenza di sintomi e segni clinici riferibili a distacco protesico occorre distinguere tra pazienti con bassa probabilità da quelli con alta probabilità. Nei pazienti con bassa probabilità (sintomi sfumati, reperto auscultatorio dubbio, rilievo di jet al color Doppler non sicuramente periprotetici) oltre all'ETT può essere appropriata l'ETE che permette di identificare con esattezza l'origine del jet (intra o periprotetico). Nei pazienti con alta probabilità (sintomi e modificazioni dell'obiettività comparsi durante il follow-up, compatibili con rigurgito valvolare emodinamicamente significativo) l'ETE è obbligatoria anche per esprimere un giudizio sull'estensione del distacco (in particolare utilizzando la ricostruzione 3D). Il distacco che interessa le protesi aortiche può essere più difficile da identificare per i fenomeni di "shadowing" che oscurano l'origine del jet. Nei distacchi aortici anteriori può essere più sensibile l'ETT rispetto all'ETE.

L'angio-TC ECG-gated con ricostruzione tri-quadrimensionale usando le tecniche di "rendering" volumetrico è stata proposta in alcuni centri dedicati al trattamento percutaneo dei distacchi quale metodo di scelta per l'identificazione, la localizzazione e l'estensione dei distacchi<sup>55</sup>.

### 11.4 Scenario 4: Sospetta endocardite infettiva (Tabella 11)

Secondo i criteri diagnostici delle ultime linee guida in vigore l'endocardite infettiva (EI), va distinta in endocardite certa da quella probabile<sup>56</sup>. In caso di certezza diagnostica di endocardite l'iter non può prescindere dalla valutazione con ETT ed ETE, per l'elevata accuratezza diagnostica della metodica volta anche a fornire informazioni necessarie per l'eventuale terapia chirurgica, in particolare identificando gli aspetti predittivi di embolizzazione della vegetazione e gli aspetti legati alle complicanze (ascessi, pseudoaneurismi, fistolizzazioni, ecc.). Tra le altre metodiche di imaging che negli ultimi hanno acquisito sempre più maggiore importanza la PET appare particolarmente interessante, per la possibilità di coniugare un valido potere di risoluzione alla capacità di localizzare selettivamente le aree flogistiche legate alla presenza di materiale endocarditico. Questo può essere particolarmente utile per il deposito di materiale asessuale periprotetico (es.

nei pazienti sottoposti ad intervento di Bentall). La PET ha validità diagnostica superati i 3 mesi dall'intervento. Anche la TC multistrato e la RM sono state proposte per lo studio dei pazienti con endocardite su protesi. In particolare la TC per la possibilità di identificare le complicanze quali gli ascessi e gli pseudoaneurismi (oltre alle embolizzazioni centrali e periferiche). Un'altra tecnica di indagine utilizzabile nei casi dubbi è la scintigrafia con globuli bianchi marcati.

La condizione di bassa probabilità di endocardite deve essere valutata in prima istanza con l'ETT, limitando l'approfondimento con ETE ai casi dubbi; in questo caso le altre metodiche di imaging risultano parimenti non appropriate nel perfezionamento dell'iter diagnostico. In caso di elevata probabilità di EI le indicazioni di appropriatezza delle metodiche di imaging risultano sovrapponibili a quelle già descritte nel caso di endocardite certa<sup>56</sup>.

## 12. ENDOCARDITE INFETTIVA

### 12.1 Definizione clinica

L'EI è una condizione clinica in cui, in concomitanza di una sindrome infettiva, viene dimostrato il coinvolgimento dell'endocardio: l'infezione dell'endotelio interessa le strutture intracardiache (valvole, pareti delle camere cardiache e dei vasi) che sono a contatto con il flusso ematico con la formazione di vegetazioni. Si definisce endocardite anche l'infezione di corpi estranei intracardiaci (cateteri, protesi, ecc.) che non sono rivestiti da endotelio.

I criteri per la diagnosi di endocardite sono stati recentemente modificati alla luce di nuove evidenze sull'utilità dell'imaging cardiovascolare in alcuni sottogruppi di pazienti.

La storia clinica dell'EI è molto variabile a seconda dell'agente patogeno causale e della presenza/assenza di preesistenti patologie cardiache, di protesi valvolari e dispositivi cardiaci e della modalità di presentazione<sup>56</sup>.

### 12.2 Definizione del rischio di malattia

I pazienti a rischio più alto di EI possono essere suddivisi in tre categorie:

1. pazienti con protesi valvolari, anche transcateretere e homograft, o con difetti valvolari riparati con materiale protesico;
2. pazienti con un precedente episodio di EI;
3. pazienti con cardiopatia congenita cianogena, anche quella riparata con materiale protesico, sia chirurgicamente che per via percutanea, nei primi 6 mesi post-intervento o indefinitamente in presenza di shunt o insufficienza valvolare residui.

Oltre ad avere un rischio maggiore di malattia, questi pazienti dimostrano anche una mortalità più elevata da EI e sviluppano complicanze della malattia con una frequenza superiore rispetto ai pazienti con valvole native infettate dallo stesso agente patogeno o con un primo episodio di EI. Per la classificazione diagnostica sono stati raccomandati i criteri di Duke modificati, che si basano su reperti clinici, di imaging e biologici, nonché sui risultati delle emocolture e dei test sierologici.

Nelle linee guida ESC è stato introdotto il concetto di "Endocarditis Team" in quanto l'EI è una malattia che esige un approccio multidisciplinare per molti motivi. L'EI può presen-

tarsi con manifestazioni cliniche e strumentali che interessano non solo il cuore ma anche altri organi ed apparati in rapporto alla patologia preesistente, alle complicazioni, al germe causale, alle caratteristiche del paziente. Gli specialisti coinvolti devono avere una grande esperienza nel campo specifico<sup>56</sup>.

### 12.3 Definizione della probabilità pre-test

La probabilità pre-test clinica e microbiologica che presenta un paziente candidato all'esecuzione di un test di imaging si riferisce alla definizione stessa dei termini inseriti nei criteri di Duke modificati. Un peso maggiore viene attribuito ad emocolture positive per microrganismi compatibili con EI, mentre un peso minore viene attribuito alle seguenti condizioni: pazienti ad alto rischio per condizione cardiaca predisponente (quelli che sarebbero in pratica candidati alla profilassi antibiotica), uso di droghe per via endovenosa, temperatura corporea >38°C, fenomeni vascolari o immunologici, evidenza microbiologica minore.

### 12.4 Scenario 1: Sospetto clinico di diagnosi (Tabella 12)

Per le sue caratteristiche l'EI rimane ancora oggi una sfida diagnostica e dovrebbe essere sospettata in molteplici scenari clinici. Purtroppo il quadro clinico d'esordio può essere aspecifico e il coinvolgimento del cardiologo può essere tardivo. Infatti sintomi quali febbre, brividi, perdita dell'appetito e di peso e fenomeni embolici che rendono fortemente sospetta la diagnosi di endocardite non sempre sono presenti, in particolare nei pazienti anziani o in pazienti immunodepressi. Peraltro sintomi sfumati in pazienti ad alto rischio per lo sviluppo di endocardite, quali i portatori di protesi o di dispositivi intracardiaci, i pazienti con cardiopatie congenite e i soggetti tossicodipendenti devono far sospettare come altamente probabile una diagnosi di EI.

#### 12.4.1 Valvole native

L'ETT è l'esame più appropriato, che va eseguito, sempre, in caso di sospetta endocardite. La lesione principale per la diagnosi di EI è la vegetazione. L'ETT non solo identifica le vegetazioni nella maggioranza dei pazienti, ma definisce anche sede, dimensioni, forma, mobilità, necessarie anche per la prognosi, la decisione terapeutica (medico/chirurgica) anche se con sensibilità e specificità diverse in rapporto alle diverse situazioni. Nei casi in cui l'ETT non è diagnostica, o non conclusiva, occorre ripetere l'ETT a distanza di 5-7 giorni, in caso di elevata probabilità clinica di endocardite. In caso di ETT non diagnostica o non conclusiva per estensione delle regioni limitrofe è appropriato effettuare l'ETE sia 2D che 3D per la valutazione diagnostico-terapeutica che gioca un ruolo chiave sia nella gestione della fase acuta che nel follow-up a medio-lungo termine. Se eseguita troppo precocemente può dare falsi negativi e può non differenziare tra vegetazioni infette risolte e altre strutture che possono mimare vegetazioni<sup>57</sup>. Altre metodiche di imaging come la TC multistrato, la RM e la PET possono essere appropriate. La TC multistrato fornisce preziose informazioni riguardanti la presenza di patologie polmonari e può diagnosticare eventuali complicanze emboliche dell'EI a livello cerebrale e non (splenico o vascolare periferico), e si propone come tecnica principale da affiancare all'ETE per lo studio delle complicanze perivalvolari delle EI definendo anatomia ed estensione di ascessi, pseudoaneurismi e fistole. La TC multistrato, essendo un esame di breve durata che necessita di una collaborazione minima, risulta particolarmente utile nel paziente critico. Permette la contestuale

valutazione dell'anatomia dell'aorta e del circolo coronarico evitando i rischi di embolizzazione e/o instabilizzazione emodinamica del paziente connessi al cateterismo cardiaco. L'imaging nucleare consente di combinare le informazioni molecolari fornite dalla SPECT o dalla PET con quelle anatomiche fornite dalla TC, ottenendo un'accurata localizzazione anatomica delle lesioni scintigraficamente attive, confermando o escludendo la diagnosi nei casi dubbi, classificati come "EI possibili" secondo i criteri di Duke.

La SPECT con leucociti marcati è moderatamente appropriata ed offre una maggiore specificità per la diagnosi di EI e di foci infettivi a distanza. Identifica bene le complicanze extracardiache e la porta di entrata delle infezioni ma richiede specifiche attrezzature. Inoltre le acquisizioni richiedono tempi lunghi e il segnale scintigrafico è relativamente debole nel processo decisionale e nel follow-up. Possibile è l'impiego in fase precoce dopo cardiocirurgia e per il monitoraggio della terapia. La PET/TC è rapida nell'esecuzione, identifica precocemente le vegetazioni, ha una sensibilità maggiore, identifica le lesioni valvolari e l'estensione perivalvolare. Ha una scarsa accuratezza nelle valvole native. Subito dopo un intervento cardiocirurgico, la risposta infiammatoria può provocare una captazione non specifica di <sup>18</sup>F-fluorodesossiglucosio (FDG). Nei pazienti operati di recente (<3 mesi) la PET/TC è gravata da un alto numero di falsi positivi. La PET/TC è allo stato attuale di scarsa utilità, e pertanto non raccomandata, nelle endocarditi su valvole native per molte ragioni quali la limitata risoluzione spaziale e metabolica e l'impossibilità di sopprimere completamente, in alcuni casi, l'attività metabolica del miocardio<sup>58</sup>.

*Identificazione/stadiazione delle lesioni extracardiache non cerebrali.* L'EI è una malattia con elevata mortalità e con complicanze spesso devastanti quali le complicanze emboliche che si verificano nel 20-50% dei pazienti, con rischio di nuovi eventi embolici dopo l'inizio della terapia antibiotica del 6-21%. L'ETT svolge un ruolo importante nel definire il rischio embolico delle vegetazioni. Nel corso degli anni, sono state proposte numerose caratteristiche ecocardiografiche predittive di embolismo: dimensioni, mobilità, localizzazione, estensione, eco-densità, risposta alla terapia. Allo stato attuale dimensioni e mobilità sembrano essere i predittori indipendenti più potenti di nuovi eventi embolici. L'ETE, sia 2D che 3D, è la metodica che permette la migliore misurazione delle vegetazioni; per alcuni autori il rischio embolico è maggiore per le vegetazioni che alla ricostruzione 3D hanno una lunghezza ≥20 mm.

L'embolizzazione splenica decorre per lo più in modo silente. Le endocarditi delle sezioni di destra (della valvola tricuspide o degli elettrocateri) possono embolizzare provocando embolia polmonare. La SPECT-TC con leucociti marcati offre una specificità elevata per la ricerca di foci infettivi a distanza ma le acquisizioni richiedono tempi lunghi ed il segnale scintigrafico è relativamente debole. Durante il follow-up, inoltre, possono essere impiegate per monitorare la risposta al trattamento. Se utilizzate mediante acquisizioni "whole body" possono inoltre dimostrare la presenza di focolai periferici di infezione embolici e metastatici.

*Identificazione/stadiazione delle lesioni extracardiache cerebrali.* Le complicanze cerebrali dell'EI riguardano circa il 60-80% dei pazienti. L'ictus complica le endocarditi delle sezioni di sinistra ed aumenta la mortalità dell'EI. Nella maggior parte dei casi si tratta di lesioni ischemiche. Nei restanti casi le lesio-

**Tabella 12.** Imaging multimodale nei pazienti con endocardite infettiva.

	ETT	ETE	PET/TC	SPECT leucociti	TC coronarica	RMC
<b>Scenario 1: Diagnosi iniziale</b>						
Valvole native						
Paziente con sospetto clinico di endocardite	A (9)	R (3)	M (4)	M (4)	R (2)	R (1)
Ripetizione test imaging se ETT non conclusiva	–	A (9)	M (6)	M (6)	R (2)	R (1)
Ripetizione a 5-7 giorni test imaging se ETT/ETE negativi ma elevata probabilità clinica di endocardite	M (6)	A (9)	M (6)	M (6)	R (2)	R (1)
ETT non conclusiva per estensione delle regioni limitrofe	–	A (9)	A (7)	M (6)	M (6)	M (5)
Identificazione/stadiazione delle lesioni extracardiache non cerebrali	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)	A (9)	M (6)
Identificazione/stadiazione delle lesioni extracardiache cerebrali	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (8)	A (9)
Valutazione dello scompenso cardiaco	A (9)	M (5)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Predizione del rischio embolico	A (9)	A (8)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Protesi/dispositivi intracardiaci						
Paziente con sospetto clinico di endocardite	A (9)	A (9)	A (7)	A (7)	R (2)	R (1)
Ripetizione test imaging se ETT non conclusiva	–	A (9)	A (9)	A (9)	R (2)	R (1)
Ripetizione a 5-7 giorni test imaging se ETT/ETE negativi ma elevata probabilità clinica di endocardite	M (5)	A (9)	A (9)	A (9)	M (5)	R (1)
ETT non conclusiva per estensione delle regioni limitrofe	–	A (9)	A (9)	A (9)	A (9)	M (5)
Identificazione/stadiazione delle lesioni extracardiache non cerebrali	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)	A (9)	M (6)
Identificazione/stadiazione delle lesioni extracardiache cerebrali	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (8)	A (9)
Valutazione dello scompenso cardiaco	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Predizione del rischio embolico	A (9)	A (8)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 2: Guida alla terapia</b>						
Valvole native						
Monitoraggio lesioni semplici o cuore destro	A (9)	R (3)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Monitoraggio lesioni in zone anatomicamente complesse	A (8)	A (8)	A (7)	M (4)	A (7)	R (3)
Comparsa nuova complicanza/infezione non controllata	A (9)	A (7)	A (7)	A (8)	A (8)	R (3)
Protesi/dispositivi intracardiaci						
Monitoraggio lesioni semplici o cuore destro	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Monitoraggio lesioni in zone anatomicamente complesse	A (8)	A (8)	A (7)	A (7)	A (8)	R (3)
Comparsa nuova complicanza/infezione non controllata	A (8)	A (9)	A (8)	A (8)	A (8)	R (3)
<b>Scenario 3: Follow-up a 3 mesi</b>						
Valvole native						
Monitoraggio valvulopatia e funzione	A (8)	R (3)	R (1)	R (1)	R (1)	R (2)
Protesi/dispositivi intracardiaci						
Monitoraggio valvulopatia e funzione	A (8)	R (3)	R (1)	R (1)	R (1)	R (2)

Criteria d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; PET, tomografia ad emissione di positroni; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata.

ni sono rappresentate da emorragie parenchimali o subaracnoidee, ascessi o aneurismi micotici. La RM cerebrale è capace di identificare con elevata accuratezza diagnostica tali complicanze. La RM si è dimostrata capace di identificare con maggiore sensibilità eventuali lesioni cerebrali connesse all'endocardite ed è utilizzata nel guidare quindi la terapia in termini di durata dell'antibiototerapia e dell'eventuale trattamento anticoagulante. In particolare, l'angio-RM è necessaria per la

diagnosi nel sospetto di aneurisma micotico in caso di emorragia subaracnoidea o intraparenchimale alla TC multistrato.

*Valutazione dello scompenso cardiaco.* Lo SC complica oltre il 50% delle endocarditi su valvola nativa ed è la più frequente indicazione alla chirurgia. Più raro lo SC legato allo shunt causato da fistole o da ostruzione valvolare. L'ETT è l'esame più appropriato.

#### 12.4.2 Protesi e dispositivi

Per il quadro clinico spesso oscuro, l'ETT costituisce la metodica obbligatoria in caso di EI su protesi o dispositivi. Per le protesi valvolari l'ETE è raccomandata anche in caso di positività dell'ETT, per l'elevata incidenza di complicanze, quali gli ascessi, non identificabili con ETT. Purtroppo anche l'ETE, al contrario di quanto accade per le valvole native, ha un basso valore diagnostico. La sua negatività non esclude la diagnosi di EI, in particolare in presenza di un nuovo distacco, per cui devono essere utilizzate altre metodiche di imaging. La TC o l'imaging nucleare, in particolare la <sup>18</sup>F-FDG PET/TC è attualmente considerata un criterio maggiore di diagnosi come proposto dall'ESC<sup>56</sup>. Le indicazioni alla terapia chirurgica sono le stesse utilizzate per le valvole native.

L'EI che si sviluppa su dispositivi elettronici impiantabili (pacemaker, ICD, sistemi per terapia di resincronizzazione cardiaca) è gravata da un'elevatissima mortalità. La diagnosi si basa sui rilievi ETT ed ETE, che sono altamente appropriate, vanno sempre eseguite e permettono l'identificazione delle vegetazioni sugli elettrocateri, in particolare nel decorso in cava superiore, e sulle strutture valvolari o endocardiche. Non è infrequente che i pazienti abbiano due o più elettrocateri che possono mascherare le vegetazioni. In questi casi l'ETE 3D può essere utile: già nella rappresentazione "dual plane" (due piani ortogonali visualizzati contemporaneamente) si possono identificare le immagini in plus in un piano piuttosto che in un altro. Inoltre la misura delle vegetazioni sugli elettrocateri è più affidabile con ETE che con ETT.

L'ETT è indispensabile per lo studio dell'eventuale versamento pericardico, delle dimensioni e funzioni del ventricolo destro, della stima della pressione polmonare. La negatività dell'ecocardiografia, ETT ed ETE, non esclude l'infezione del dispositivo. In questi casi se il sospetto di malattia è elevato la scintigrafia con leucociti marcati e la <sup>18</sup>F-FDG PET/TC possono essere diagnostiche. La PET/TC costituisce ormai una metodica insostituibile nei portatori di dispositivi ed in particolare dei pazienti con pacemaker/ICD nei quali può identificare l'infezione del generatore e degli elettrocateri nel loro decorso extracardiaco, posizione non valutabile con ecocardiografia. Ha una ridotta sensibilità per piccole vegetazioni lungo i cateteri. Necessita di adeguata preparazione del paziente e protocolli *ad hoc*. Ugualmente nei portatori di dispositivi di assistenza meccanica ventricolare sinistra la PET/TC è insostituibile per la diagnosi di infezione delle linee esterne, non altrimenti valutabili<sup>59</sup>.

#### 12.5 Scenario 2: Guida alla terapia (Tabella 12)

##### 12.5.1 Valvole native, protesi e dispositivi

L'appropriatezza nel monitorare le lesioni e la guida alla terapia non differisce nelle valvole native e nelle protesi e dispositivi: l'ETT monitorizza in modo appropriato le lesioni, ed in casi particolari si può ricorrere all'ETE. Il monitoraggio delle lesioni invece più complesse o complicate l'ETT e l'ETE possono essere affiancate con la stessa appropriatezza dalle altre metodiche di imaging TC, SPECT, PET. La stessa cosa vale per la comparsa nuova complicanza o di una infezione non controllata: l'infezione non controllata è una delle più temibili complicazioni delle EI e consiste nella persistenza di febbre e di emocolture positive dopo 10 giorni di terapia antibiotica. Sono spesso causa di intervento chirurgico precoce. L'ETT e l'ETE identificano la causa di infezione non controllata quali l'incremento delle dimensioni e il numero delle vegetazioni, o

l'estensione perivalvolare del materiale infetto con formazione di ascessi, pseudoaneurismi e fistole, e un vantaggio può anche essere ottenuto con la SPECT, la PET, la TC.

#### 12.6 Scenario 3: Follow-up a 3 mesi (Tabella 12)

Nel follow-up a 3 mesi l'ETT è appropriata e sufficiente a monitorizzare le lesioni. In casi particolari si può ricorrere all'ETE. Le altre metodiche sono raramente appropriate<sup>56</sup>.

### 13. PATOLOGIA PERICARDICA

Nell'ambito della patologia del pericardio le principali sindromi cliniche sono rappresentate da: pericarditi, versamento pericardico con o senza tamponamento cardiaco, e pericardite costrittiva. Abbiamo pertanto considerato l'appropriatezza dell'imaging in ciascuno dei principali quadri sindromici.

#### 13.1 Scenario 1: Pericardite (Tabella 13)

La pericardite è una sindrome pericardica infiammatoria ad eziologia infettiva e non infettiva con o senza versamento pericardico.

##### 13.1.1 Principali cause e rischio di malattia

Nei paesi a bassa prevalenza di tubercolosi, la principale causa di malattie pericardiche non ha un'eziologia chiaramente identificabile e rimane "idiopatica". Nella maggior parte dei casi si presume un'eziologia virale.

Rappresentano inoltre un fattore di rischio per lo sviluppo della pericardite: la presenza di una malattia infiammatoria sistemica, una neoplasia con possibile localizzazione secondaria pericardica (es. cancro del polmone e mammella, linfomi e leucemie), recente intervento cardiocirurgico o procedura interventistica (es. angioplastica coronarica, impianto pacemaker/defibrillatore, procedure di ablazione di aritmie), malattie sistemiche metaboliche (es. soprattutto insufficienza renale)<sup>60</sup>.

##### 13.1.2 Imaging nella pericardite

I test diagnostici di primo livello includono ECG, Rx torace ed ETT; TC e RMC sono i più comuni test di secondo livello. Ulteriori indagini diagnostiche sono rappresentate dalla PET e dal cateterismo cardiaco.

##### 13.1.3 Appropriatezza dei diversi test diagnostici: criteri generali

L'ECG è sempre appropriato per la diagnosi, la gestione clinica ed il follow-up in quanto può presentare alterazioni diffuse con sopraslivellamento del tratto ST in circa il 50-60% dei casi come espressione di coinvolgimento infammatorio subepicardico e più evidente e comune se è presente una concomitante miocardite. L'evoluzione caratteristica dell'ECG è riportata in circa il 50-60% dei casi e può essere accelerata dalla terapia. Nelle forme ad esordio tardivo possono comparire onde T invertite (stadio III) od alterazioni aspecifiche della ripolarizzazione. Nelle forme non complicate si ha la normalizzazione del tracciato ECG (stadio IV). L'ECG è ininfluenza sulla ricerca dell'eziologia della pericardite.

L'Rx torace può essere raccomandato nella fase della diagnosi, ricerca eziologica, monitoraggio clinico e follow-up quando è indicato un grossolano screening di esclusione di una patologia pleuropolmonare che può essere la causa della

pericardite. L’Rx torace è normale in assenza di cospicuo versamento pericardico (è presente cardiomegalia con versamenti pericardici >300 ml) o di un significativo coinvolgimento pleuropolmonare.

All’ecocardiogramma è presente un versamento pericardico nel 60% dei casi circa ed è generalmente di grado lieve. La presenza di versamento pericardico è un criterio diagnostico e di attività della malattia, inoltre l’aspetto ecocardiografico e l’entità del versamento possono essere di orientamento nella ricerca eziologica. Pertanto l’esame ecocardiografico è sempre indicato nella diagnosi, valutazione eziologica, monitoraggio e follow-up del paziente con pericardite come metodica di imaging di primo livello<sup>61</sup>.

TC e RM cardiaca sono test di secondo livello nei casi in cui la diagnosi clinica non è chiara per una presentazione atipica o si sospetti una concomitante patologia miocardica o pleuropolmonare.

La PET/TC trova indicazione nel sospetto di una neoplasia occulta o per la ricerca di linfadenopatie patologiche e può identificare l’infiammazione pericardica per aumentata captazione del tracciante.

Non tutti i pazienti con pericardite richiedono il ricovero. Il ricovero e la ricerca dell’eziologia sono indicati solo nei casi ad alto rischio. L’alto rischio è definito in presenza di alcune caratteristiche cliniche che si sono dimostrate associate ad un maggior rischio di complicazioni o eziologia non virale, non idiopatica ad analisi multivariata in pazienti con pericardite oppure che sono ritenuti prognosticamente rilevanti dal parere degli esperti. Tali fattori includono principalmente febbre (>38°C), decorso subacuto, versamento pericardico grave (>20 mm di spazio telediastolico all’ecocardiogramma), tamponamento cardiaco, mancata o parziale risposta al trattamento antinfiammatorio empirico dopo 7 giorni, ed una concomitante miocardite<sup>61</sup>.

### 13.2 Scenario 2: Versamento pericardico e tamponamento cardiaco (Tabella 13)

Si definisce versamento pericardico una raccolta aumentata di liquido pericardico identificabile ad una metodica di imaging (usualmente l’ecocardiografia e la diagnosi di versamento pericardico è stata una delle sue prime applicazioni). Il versamento pericardico, una volta diagnosticato, va quantificato. In clinica, il versamento viene usualmente quantificato in modo semiquantitativo valutando il massimo spazio eco-privo telediastolico in diverse proiezioni ecocardiografiche. Un isolato spazio ecoprivo anteriore è usualmente grasso epicardico e non un versamento. TC e RMC consentono una migliore caratterizzazione tessutale in questi casi così come una migliore caratterizzazione della natura del versamento<sup>62</sup>.

#### 13.2.1 Principali cause e rischio di malattia

Il versamento pericardico può essere isolato o essere più spesso la manifestazione di una malattia sistemica che spesso è nota (in circa il 60% dei casi)<sup>62</sup>. Rappresentano fattori di rischio per lo sviluppo di un versamento pericardico gli stessi fattori riportati per la pericardite.

#### 13.2.2 Test attualmente in uso

Il test diagnostico di primo livello per la diagnosi di un sospetto versamento pericardico è l’ecocardiografia. Il sospetto clinico del tamponamento cardiaco viene confermato dall’ecocardiogramma che evidenzia uno o generalmente più segni ecocardiografici che caratterizzano il versamento sotto tensione<sup>61</sup>.

#### 13.2.3 Appropriatezza dei diversi test diagnostici

L’ecocardiografia è la metodica di imaging di primo livello ed è sempre appropriata in fase diagnostica, di gestione clinica e follow-up.

**Tabella 13.** Imaging multimodale nei pazienti con patologia pericardica.

	Rx torace	ETT	TC coronarica	RMC	PET
<b>Scenario 1: Pericardite</b>					
Diagnosi	A (7)	A (9)	A (7)	A (7)	R (1)
Eziologia	M (4)	M (6)	A (8)	A (8)	R (3)
Gestione clinica	M (4)	A (9)	M (6)	M (6)	R (1)
Follow-up	M (5)	A (9)	M (4)	M (4)	R (3)
<b>Scenario 2: Versamento/tamponamento pericardico</b>					
Diagnosi	M (5)	A (9)	M (6)	M (6)	R (1)
Eziologia	M (5)	M (6)	A (8)	A (7)	R (3)
Gestione clinica	M (5)	A (9)	M (6)	M (6)	R (1)
Follow-up	M (5)	A (9)	M (5)	M (5)	R (1)
<b>Scenario 3: Pericardite costrittiva</b>					
Diagnosi	A (7)	A (9)	A (9)	A (9)	R (1)
Eziologia	M (4)	M (5)	A (7)	M (6)	R (3)
Gestione clinica	M (4)	A (9)	A (9)	A (9)	R (1)

Criteria d’uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

ETT, ecocardiografia transtoracica; PET, tomografia ad emissione di positroni; RMC, risonanza magnetica cardiaca; TC, tomografia computerizzata.

TC e RM possono essere indicati in casi particolari (es. caratterizzazione del versamento, versamenti saccati, casi complicati).

In presenza di un versamento pericardico la valutazione iniziale deve stabilire: (1) la quantità; (2) se il versamento è sotto tensione; (3) se presenta caratteristiche correlabili con un'etiologia specifica (masse al suo interno per un'etiologia neoplastica; bruglie multiple e lacinie nelle forme uremiche o tubercolari).

Comunque la diagnosi ecocardiografica di versamento pericardico impone la ricerca di una patologia sistemica associata per cui il trattamento del versamento è anche il trattamento della malattia di base. Il follow-up con ecocardiografia è indicato in rapporto all'entità del versamento: se lieve ed asintomatico un follow-up non è strettamente indicato, se moderato è indicato un controllo ecocardiografico ogni 6 mesi, se grave è indicato un controllo ecocardiografico ogni 3-6 mesi<sup>61,62</sup>.

### 13.3 Scenario 3: Pericardite costrittiva (Tabella 13)

La pericardite costrittiva è una sindrome pericardica caratterizzata da irrigidimento del pericardio con suo possibile ispessimento (in circa l'80% dei casi) e calcificazione ed ostacolo al riempimento diastolico in meso-telediastole con conseguente blocco improvviso del riempimento rapido ventricolare e dissociazione delle pressioni intracardiache da quelle intratoraciche. La pericardite costrittiva è la via finale comune di molte patologie pericardiche acute (pericardite, versamento pericardico) specialmente se di etiologia batterica (sia tubercolare che purulenta). La pericardite costrittiva può essere presente anche con un normale spessore dei foglietti pericardici.

#### 13.3.1 Principali cause e rischio di malattia

Le patologie pericardiche con il maggior rischio di evoluzione in pericardite costrittiva sono le forme batteriche con un rischio alto del 20-30%, seguite dalle malattie autoimmuni e le neoplasie con coinvolgimento pericardico primario o secondario con un rischio intermedio (2-5%) mentre il rischio è basso nelle pericarditi virali od idiopatiche e nelle forme ricorrenti idiopatiche ( $\leq 1\%$ ). La rapidità di evoluzione dalla patologia pericardica acuta alla pericardite costrittiva è variabile: poche settimane o mesi nelle pericarditi incessanti, diversi mesi (es. 3-6 mesi nelle pericarditi tubercolari) o vari anni.

Nei paesi industrializzati le cause principali di pericardite costrittiva sono pertanto: forme idiopatiche (33-46%), post-cardiochirurgia (11-37%), post-irradiazione (9-31%) e post-infettiva (4-20%). Negli stadi avanzati della malattia la presentazione è non specifica<sup>63</sup>.

#### 13.3.2 Test attualmente in uso

Nel contesto clinico di un paziente con pregressa patologia pericardica e segni e sintomi di SC destro, la conferma del sospetto clinico di costrizione è affidata all'ETT. All'ecocardiografia si affiancano per la valutazione delle calcificazioni pericardiche la TC, TC e RM per la valutazione dello spessore pericardico, mentre la RMC consente di valutare la presenza di infiammazione pericardica (presenza di edema ed impregnazione contrastografica tardiva pericardica) e di segni di aumentata interdipendenza ventricolare come da fisiopatologia costrittiva e l'eventuale presenza concomitante di miocardite. La RM è anche indicata nella diagnosi differenziale tra pericardite costrittiva e cardiomiopatie restrittive (es. amiloidosi cardiaca, o altre patologie infiltrative miocardiche)<sup>61</sup>.

#### 13.3.3 Appropriatezza dei diversi test diagnostici

Circa un terzo dei pazienti presentano calcificazioni evidenti all'Rx torace. Questo reperto indirizza la diagnosi e può indicare la cronicità e quindi indirizzare ove possibile alla terapia chirurgica. Pertanto l'Rx torace può essere appropriato nella diagnosi e gestione clinica della pericardite costrittiva. Occorre però ricordare che calcificazioni pericardiche non significano pericardite costrittiva e che la loro assenza non escludono la diagnosi.

La diagnosi di pericardite costrittiva viene raggiunta in presenza di segni e sintomi di SC destro ed evidenza a più di una metodica di imaging non invasivo (ecocardiografia, TC e RMC) di alterato riempimento diastolico da causa costrittiva. Per tali motivazioni TC e RMC sono appropriati nella diagnosi e gestione clinica della pericardite costrittiva in quanto contribuiscono a confermare il sospetto clinico, permettono la valutazione più accurata dello spessore pericardico, lo studio dell'entità ed estensione delle calcificazioni e della presenza di infiammazione pericardica (RMC), che potrebbe identificare i casi reversibili con terapia medica antinfiammatoria prima della pericardiectomia.

Il cateterismo cardiaco trova indicazione quando permane il sospetto clinico di costrizione e le metodiche di imaging non invasivo non sono risultate conclusive o hanno dato esiti discordanti, pertanto è indicata solo in casi selezionati<sup>61</sup>.

## 14. CARDIOMIOPATIA

I progressi delle tecniche di imaging attualmente in uso permettono un migliore inquadramento della struttura e della funzione cardiaca nei vari tipi di cardiomiopia. Attualmente l'approccio di inquadramento della diagnosi, la pianificazione degli interventi terapeutici e la valutazione nel follow-up prevede un'integrazione tra le varie metodiche disponibili, prevalentemente ETT e RMC ed in alcuni casi TC, SPECT e PET/TC<sup>64</sup>.

L'ETT è la metodica di prima linea nei pazienti con cardiomiopia nota o sospetta in quanto fornisce informazioni di tipo anatomico e funzionale sulle cavità cardiache, sugli apparati valvolari, sul pericardio e consente di determinare una serie di parametri emodinamici. Anche se spesso può indirizzare verso una definizione eziologica, spesso non è sufficiente per la diagnosi differenziale ed è necessaria l'integrazione con una metodica di imaging di secondo livello.

In particolare, la RMC rappresenta il "gold standard" per la valutazione dei volumi ventricolari, della massa e della frazione di eiezione sebbene nella quantificazione delle volumetrie ventricolari l'ecografia 3D abbia dimostrato un'accuratezza paragonabile. Il reale valore aggiunto della RMC consiste nella caratterizzazione tessutale con LGE. Rappresenta la metodica di scelta nel sospetto di cardiomiopia aritmogena e per la distinzione tra miocardio non compatto, cardiomiopia ipertrofica apicale e cardiomiopia dilatativa con accentuata trabecolatura apicale. Inoltre, la presenza e la distribuzione del LGE differenzia la cardiomiopia ischemica da varie altre forme di cardiomiopia ed ha valore prognostico.

La TC, seppure inferiore alla RMC, può essere utile nella quantificazione di volumi e massa ventricolare e nella diagnosi differenziale con altre cardiopatie, in particolare è metodica validata come alternativa alla RMC nella non compattazione del ventricolo sinistro<sup>64</sup>.

Gli scenari proposti prendono in considerazione la diagnosi della cardiomiopatia, la guida alle scelte terapeutiche ed il successivo follow-up.

**14.1 Scenario 1: Diagnosi di cardiomiopatia (disfunzione ed eziologia)** (Tabella 14)

Nel paziente asintomatico la ricerca della disfunzione o del pattern che caratterizza una determinata cardiomiopatia è indicata nello screening tra pazienti affetti da cardiomiopatia ed in presenza di riscontro di specifiche anomalie in altri distretti suggestive di una sindrome di cui la cardiomiopatia potrebbe far parte. Lo screening ed il monitoraggio dei familiari di pazienti affetti da cardiomiopatia sono necessari al fine di identificare i membri affetti ma asintomatici ed ignari della patologia o chi presenta marker precoci di patologia svelati da anomalie subcliniche ai test di imaging non invasivi<sup>65</sup>.

Il paziente sintomatico deve essere sottoposto ad un'indagine che rilevi la disfunzione cardiaca, le dimensioni delle

camere ventricolari ed altre anomalie strutturali che possono giustificare i sintomi.

In entrambi i casi l'indagine di primo livello è l'ETT che consente di rilevare anomalie della struttura o della funzione cardiaca.

La RMC così come la TC e la scintigrafia, sebbene con un'appropriatezza inferiore, ha un ruolo limitato a quei casi in cui l'ETT non sia in grado di rilevare (es. a causa dell'elevata impedenza acustica del torace) le informazioni necessarie o da dei risultati poco chiari. Sebbene attualmente l'ecografia 3D abbia un'accuratezza simile a RMC, TC e scintigrafia nella quantificazione dei volumi cardiaci e della frazione di eiezione.

Una volta rilevata la disfunzione cardiaca, la diagnosi si completa con la ricerca dell'eziologia che ha determinato la disfunzione. Il primo passo è escludere che la causa di disfunzione sia riferibile ad un'altra patologia, in questo caso l'ETT/ETE 2D e 3D è utile, ad esempio, ad escludere una valvulopatia; la scintigrafia miocardica e la TC danno informazioni

**Tabella 14.** Imaging multimodale nei pazienti con cardiomiopatia.

	ETT	RMC	TC coronarica	PET	SPECT
<b>Scenario 1: Diagnosi di cardiomiopatia</b>					
In paziente asintomatico					
Paziente con familiarità	A (9)	M (4)	A (8)	R (1)	R (1)
Patologie extracardiache	A (9)	M (6)	M (6)	M (4)	R (1)
In paziente sintomatico	A (9)	R (3)	M (4)	R (1)	M (4)
Diagnosi eziologica					
Differenziale con altre etiologie	A (7)	A (9)	A (8)	M (5)	A (8)
Differenziale tra cardiomiopatie	M (4)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)
CMPD	M (4)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)
CMPI	A (8)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)
CMPR	A (7)	A (9)	R (1)	M (5)	R (3)
ARVC	R (3)	A (9)	R (1)	R (2)	R (1)
LVNC	M (6)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)
Endomiocardiofibrosi	A (7)	A (9)	R (1)	M (4)	R (3)
<b>Scenario 2: Strategia di trattamento</b>					
Impianto ICD/CRT	A (9)	M (5)	R (1)	R (1)	R (1)
Miectomia	A (9)	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)
Correzione valvulopatie	A (9)	M (5)	R (1)	R (1)	R (1)
LVAD/trapianto	A (9)	R (2)	M (4)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 3: Follow-up</b>					
CMPD	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)
CMPI	A (9)	A (6)	R (1)	R (1)	R (1)
CMPR	A (9)	M (4)	R (1)	R (1)	R (1)
ARVC	A (9)	A (7)	R (1)	R (1)	R (1)
LVNC	A (9)	A (7)	R (1)	R (1)	R (1)
Endomiocardiofibrosi	A (9)	A (7)	R (1)	R (1)	R (1)

Criteri d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato. ARVC, cardiomiopatia aritmogena del ventricolo destro; CMPD, cardiomiopatia dilatativa; CMPI, cardiomiopatia ipertrofica; CMPR, cardiomiopatia restrittiva; CRT, terapia di resincronizzazione cardiaca; ETT, ecocardiografia transtoracica; ICD, cardioverter-defibrillatore impiantabile; LVAD, dispositivo di assistenza ventricolare sinistra; LVNC, non compattazione miocardica; PET, tomografia ad emissione di positroni; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata.



sulla possibile origine ischemica se siamo di fronte ad una cardiomiopatia dilatativa; TC e RMC nella diagnosi eziologica danno informazioni sulla distribuzione del calcio pericardico nella diagnosi differenziale tra cardiomiopatia restrittiva e costrittiva supportando le informazioni fornite dall'indagine ecocardiografica. La PET è in grado di svelare un'eziologia infiammatoria.

Nella diagnosi eziologica la RMC, che consente un'accurata caratterizzazione tissutale oltre che una migliore valutazione delle camere destre, è l'indagine con il maggior grado di appropriatezza, laddove l'ETT è capace di rilevare aspetti che fanno da indirizzo verso l'una o l'altra eziologia come ad esempio la texture del miocardio nell'amiloidosi cardiaca, o la presenza di cripte e ipertrabecolatura nella non compattazione, o ancora lo studio delle velocità tissutali e del riempimento ventricolare sinistro nella patologia restrittiva e la distribuzione dell'ipertrofia ed i conseguenti effetti emodinamici nel paziente con cardiomiopatia ipertrofica ma che necessita di una conferma con un'indagine di secondo livello.

Il paziente con cardiomiopatia aritmogena del ventricolo destro deve essere valutato con RMC per lo studio di dimensioni e funzione del ventricolo destro oltre che per il riconoscimento delle aree di fibrosi. Sebbene l'ETT 3D consenta, in mano ad operatore esperto, la stima di volumi e funzione delle camere destre, non esistono ancora sufficienti evidenze in grado di supportare la sovrapposibilità delle due metodiche.

La TC trova spazio in quei casi in cui la RMC sia controindicata (es. portatori di ICD e pacemaker non RMC compatibili) o nel paziente con finestra inadeguata, o ancora nei casi in cui sia necessaria la valutazione del coinvolgimento extracardiaco come nella sarcoidosi e nell'amiloidosi.

La PET da informazioni di malattia infiammatoria attiva nel caso di sarcoidosi. La SPECT è utile a differenziare tra amiloidosi correlata alla transtiretina ed amiloidosi AL ma non ha molto spazio nel riscontro eziologico delle altre.

#### 14.1.1 Fenotipi morfofunzionali MOGE(S) 2014

Cardiomiopatia dilatativa; cardiomiopatia ipertrofica; cardiomiopatia restrittiva; cardiomiopatia aritmogena del ventricolo destro; non compattazione miocardica<sup>65</sup>.

#### 14.2 Scenario 2: "Decision making" per le strategie di trattamento e prevenzione della morte improvvisa

Le metodiche di imaging disponibili sono utili alla pianificazione delle strategie terapeutiche nel paziente con cardiomiopatia. L'analisi delle volumetrie ventricolari e della funzione contrattile consentono di indirizzare il paziente con cardiomiopatia dilatativa o con cardiomiopatia condizionante una disfunzione ventricolare severa alla terapia di resincronizzazione e l'impianto di ICD fino all'indicazione ad impianto di assistenza ventricolare e trapianto cardiaco. Attualmente l'ecocardiografia 3D consente una quantificazione sovrapposibile al dato ottenuto con RMC e TC ed è da preferire nei pazienti con finestra ottimale per la maggiore disponibilità, minore costo e ridotti tempi di esecuzione. La stima della frazione di eiezione, cruciale nell'indicazione ad ICD, è più attendibile con metodica eco 3D rispetto al 2D per la possibilità di includere nel calcolo della volumetria la parete posteriore e il setto anteriore.

L'ETT/ETE 2D e 3D è fondamentale nello studio dell'insufficienza mitralica secondaria nei pazienti con cardiomiopatia dilatativa ed è in grado di fornire informazioni accurate sulla

morfologia e funzione delle valvole e rappresenta un valido ausilio al timing della correzione del vizio valvolare e alla pianificazione dell'intervento di sostituzione e riparazione chirurgica o percutanea.

L'analisi degli spessori parietali ed emodinamico nel paziente con cardiomiopatia ipertrofica è studiato in modo esaustivo con ETT e RMC laddove le altre metodiche hanno un ruolo marginale in questi pazienti. In particolare la RMC in casi dubbi o borderline all'esame eco è utile in previsione di miectomia chirurgica o ablazione settale, per dare informazioni sul meccanismo dell'ostruzione del tratto di efflusso o del rigurgito mitralico; permette, inoltre, un'accurata identificazione dell'ipertrofia segmentaria (in particolare della parete anterolaterale e dell'apice) e dell'interessamento del ventricolo destro. Nel paziente con cardiomiopatia ipertrofica candidato a miectomia o ablazione la TC è usata nella valutazione dell'anatomia delle coronarie e la distribuzione delle arterie settali<sup>65</sup>.

#### 14.3 Scenario 3: Follow-up

Il follow-up del paziente con cardiomiopatia, sia esso programmato o richiesto per la comparsa di nuovi sintomi, viene eseguito prevalentemente mediante la valutazione con ETT che rappresenta la metodica più appropriata in questa fase. Le altre metodiche di imaging trovano spazio, quando necessario, solo per ulteriori chiarimenti o indagini che si rendano necessarie nel corso del monitoraggio della progressione di patologia quando il solo esame ecocardiografico non è in grado di dare sufficienti informazioni. Infatti, a questo punto del percorso solitamente è già stata stabilita la diagnosi eziologica per cui le altre metodiche hanno un'indicazione circoscritta ai pazienti con scarsa finestra acustica in cui il monitoraggio della funzione e della geometria cardiaca deve essere eseguito prevalentemente con RMC.

L'ETT consente di fornire nel follow-up programmato informazioni sul deterioramento della funzione cardiaca e l'aumento delle volumetrie delle camere cardiache oltre che la risposta ai trattamenti effettuati. È in grado di monitorizzare il coinvolgimento delle valvole secondario o concomitante alla cardiomiopatia che può essere causa insieme alla disfunzione ventricolare di un peggioramento della sintomatologia.

Qualora fosse necessario approfondire il deterioramento del quadro clinico-strumentale con informazioni sulla composizione del tessuto miocardico sarebbe appropriato l'approfondimento con RMC che è l'esame di scelta al fine di rilevare l'estensione delle aree di fibrosi.

Le altre metodiche trovano raramente indicazione nello scenario follow-up, salvo che non si voglia escludere un'eziologia infiammatoria (PET) o ischemica (TC, PET, SPECT) di disfunzione concomitante e intercorsa successivamente e che possa giustificare un peggioramento del quadro clinico<sup>66</sup>.

## 15. PAZIENTE ADULTO CON CARDIOPATIA CONGENITA

I pazienti adulti portatori di cardiopatia congenita (*grown-up congenital heart*, GUCH) costituiscono una popolazione numericamente in crescita e, nei paesi occidentali, superano il numero dei bambini affetti da cardiopatia congenita. Le tecniche di imaging cardiovascolare costituiscono un valido strumento per la valutazione e il follow-up di questa tipologia di pazienti.

### 15.1 Ecocardiografia transtoracica

Le linee guida ESC confermano che l'ETT, per la sua non invasività e la buona accuratezza diagnostica, rappresenta la tecnica di imaging di prima linea per lo studio dei pazienti GUCH. Nella maggior parte dei casi, infatti, l'ETT è sufficiente per l'inquadramento diagnostico e permette non solo di valutare la morfologia cardiaca, ma anche di ottenere una buona stima della funzione cardiaca<sup>67</sup>. Tramite questa metodica possiamo ottenere: la posizione e l'orientamento del cuore; una valutazione dei ritorni venosi e l'origine delle grandi arterie; la morfologia e la funzione delle valvole atrioventricolari; la presenza di soluzioni di continuo a livello settale; la presenza di segni di sovraccarico di volume o di pressione; la stima del gradiente di una valvola stenotica o di un difetto del setto interventricolare o interatriale e la stima delle pressioni in arteria polmonare.

Esistono tuttavia delle limitazioni all'ETT: è una metodica operatore-dipendente; richiede non solo un'ottima conoscenza dell'anatomia delle diverse cardiopatie congenite, ma anche una conoscenza della morfologia cardiaca dopo correzione chirurgica, degli eventuali difetti residui e delle sequele postoperatorie; la finestra acustica è spesso maggiormente limitata rispetto ai pazienti di età pediatrica, soprattutto in coloro che sono stati sottoposti a correzione chirurgica; i ritorni venosi e le grandi arterie possono essere di difficile valutazione; la peculiare forma del ventricolo destro, soprattutto in condizioni patologiche, rende impossibili assunzioni geometriche per il calcolo dei volumi<sup>68</sup>. Per quest'ultimo motivo, proprio perché nei pazienti GUCH è di rilevante importanza lo studio dei volumi e della funzione del ventricolo destro (sia quando svolge il ruolo di ventricolo polmonare, sia quando svolge il ruolo di ventricolo sistemico), l'ETT non dovrebbe essere utilizzata come unica metodica di imaging e dovrebbe essere integrata con la RMC. Tramite l'ETT è tuttavia possibile ottenere una iniziale stima della funzione sistolica ventricolare destra: può essere calcolata la frazione di accorciamento, parametro che presenta una buona correlazione con i risultati della RM nelle cardiopatie congenite "semplici", ma la cui corrispondenza si riduce quando l'anatomia cardiaca è più complessa (es. tetralogia di Fallot dopo correzione radicale); può essere calcolata l'escursione sistolica planare dell'anello tricuspidalico (TAPSE), parametro che ha anch'esso una buona correlazione con la RM in presenza di ventricolo destro polmonare, dove l'accorciamento avviene principalmente sul piano longitudinale; tuttavia, in presenza di ventricolo destro sistemico, dove prevale l'accorciamento circonferenziale su quello longitudinale, non rispecchia con precisione la reale funzione ventricolare destra; si possono ottenere altre misurazioni non geometriche, quali il calcolo del Doppler tissutale, dello strain/strain rate, dello speckle tracking e del Tei index, tuttavia meno utilizzate per lo studio dei pazienti GUCH, in quanto hanno minori applicazioni nella pratica clinica<sup>68</sup>.

#### 15.1.1 Eco-stress

L'ecocardiografia durante stress (esercizio fisico o stress farmacologico con dobutamina) presenta svariate indicazioni nelle cardiopatie congenite dell'adulto. Le principali sono rappresentate da: valutazione dell'ischemia coronarica (es. nei pazienti affetti da trasposizione delle grandi arterie, sottoposti a correzione con switch); valutazione dei pazienti con coartazione aortica (sia nativa, sia dopo correzione chirurgica o con angioplastica ed eventuale impianto di stent); studio del

gradiente di efflusso ventricolare sinistro nei pazienti portatori di stenosi subaortica; valutazione della pressione sistolica polmonare durante sforzo.

#### 15.1.2 Ecocardiografia transesofagea

L'ETE consente di ottenere immagini di qualità superiore rispetto all'ETT ed è generalmente indicata in presenza di un esame transtoracico inadeguato o dubbio. L'indicazione più comune all'ETE è lo studio dei difetti interatriali; tale metodica permette di valutare la sede, le dimensioni e la caratterizzazione dei bordi del difetto, parametri di fondamentale importanza per un'eventuale indicazione alla chiusura percutanea o chirurgica. La disponibilità di trasduttori eco 3D aumenta la sensibilità dell'esame, soprattutto perché consente la visualizzazione "en face" del setto e del difetto.

Le principali indicazioni all'ETE nei pazienti adulti con GUCH sono:

- ETT non diagnostica in presenza di sospetto per cardiopatia congenita;
- valutazione dei condotti intra- o extracardiaci dopo intervento di Fontan, Senning o Mustard;
- indicazioni perioperatorie;
- interventi ETE-guidati (es. chiusura di difetti interatriali).

### 15.2 Risonanza magnetica cardiaca

Lo sviluppo tecnologico della RM, la sua diffusione ed il progressivo riconoscimento del ruolo diagnostico ne hanno determinato un crescente utilizzo nel panorama dell'imaging cardiaco integrato. La RMC riveste un ruolo centrale nello studio dei pazienti GUCH poiché fornisce informazioni preziose non solo di carattere anatomico ma anche funzionale<sup>68</sup>. Per questa tipologia di pazienti è consigliabile che gli studi RM vengano eseguiti in laboratori con esperienza e sensibilità nei confronti delle problematiche legate alle cardiopatie congenite e che i casi siano condivisi in team tra il cardiologo clinico e lo specialista esecutore della RM<sup>69</sup>.

I principali pregi legati alla RM nello studio delle cardiopatie congenite sono:

- esame ripetibile (non utilizza radiazioni ionizzanti);
- valida alternativa all'ecocardiografia in caso di pessima finestra acustica e/o misurazioni inaffidabili;
- calcolo del volume e gittata sistolica del ventricolo destro;
- quantificazione dei rigurgiti valvolari (es. valvola polmonare);
- agevole e completa visualizzazione delle strutture cardiache ed extracardiache (es. grandi vasi, condotti, "baffles");
- studio e quantificazione di eventuali shunt;
- caratterizzazione del tessuto miocardico (es. identificazione di edema, tessuto adiposo e/o fibrosi).

I principali difetti legati alla RM nello studio delle cardiopatie congenite sono:

- accesso limitato alla metodica;
- eventuale materiale protesico/dispositivo (es. clip ferromagnetiche, impianti cocleari, pacemaker, ICD/CRT) può controindicare l'esame;
- la presenza di aritmie cardiache riduce la qualità dell'esame;
- esame non adatto per pazienti affetti da claustrofobia;
- l'insufficienza renale severa controindica l'utilizzo del mezzo di contrasto a base di chelati di gadolinio.

Le principali tecniche RM utilizzate per lo studio dei pazienti affetti da cardiopatie congenite derivano dalle sequenze spin-echo e gradient-echo<sup>69</sup>.

Le sequenze *spin-echo* sono caratterizzate dalla presenza di elevato contrasto tra il sangue che appare ipointenso (scuro) ed i tessuti che risultano iperintensi (bianchi) o di intensità diverse nella scala del grigio. Si tratta di immagini acquisite durante una singola parte del ciclo cardiaco. Nella routine clinica, la tecnica spin-echo è diffusamente utilizzata in quanto fornisce preziose informazioni di tipo anatomico essendo poco suscettibile agli artefatti causati da flussi turbolenti o da materiali protesici quali clip sternali, dispositivi o stent. La possibilità di ottenere un imaging completo delle strutture anatomiche è essenziale soprattutto nei casi di cardiopatia congenita complessa dove variazioni morfologiche significative possono derivare dalle diverse tecniche chirurgiche, varianti anatomiche, complicanze intraoperatorie ed interventi multipli<sup>67</sup>. Negli ultimi anni sono state introdotte nuove sequenze che hanno reso possibile la costruzione di mappe parametriche dei tempi di rilassamento T1 e T2 miocardico, queste tecniche hanno permesso di ottenere una valutazione quantitativa dell'edema e della fibrosi miocardica<sup>70</sup>.

Le sequenze *gradient-echo* permettono di ottenere tempi di ripetizione dell'impulso molto brevi e di acquisire immagini in poco tempo. Tra queste sequenze presentano una notevole rilevanza le sequenze "*steady-state free precession*" (SSFP). In queste sequenze i segnali derivanti da fluido/edema e dal tessuto adiposo risultano iperintensi, mentre quelli generati dal miocardio, risultano ridotti. Le SSFP permettono, tramite la sincronizzazione degli impulsi a radiofrequenza con l'ECG, associata alla tecnica dell'acquisizione in apnea, di ottenere multiple immagini nel ciclo cardiaco che possono essere successivamente visualizzate in cine-loop e, dunque, in movimento. L'analisi delle immagini SSFP generate in asse corto permette il calcolo diretto e privo di assunzioni geometriche, di volumi, massa cardiaca, funzione sistolica e gittata cardiaca. La RM, per tale motivo, è considerata la metodica di riferimento per la quantificazione dei volumi e per la valutazione della funzione sistolica del ventricolo destro nei pazienti affetti da cardiopatie congenite, in particolare nella tetralogia di Fallot, nelle trasposizioni delle grandi arterie operate secondo Mustard/Senning o switch arterioso<sup>71</sup> e negli adulti con circolazione di tipo Fontan. I dati derivati dalla gittata sistolica dei ventricoli sono inoltre importanti per determinare l'entità di eventuali difetti valvolari o shunt.

Nonostante le SSFP forniscano una migliore visualizzazione anatomica valvolare, sono meno accurate nella rappresentazione delle alterazioni di flusso. La metodica *phase-contrast*, basata sul concetto del "velocity-encoding", permette una migliore stima del flusso sanguigno anterogrado e retrogrado attraverso un piano di riferimento posto lungo la sezione assiale di un vaso, durante un singolo ciclo cardiaco. Tramite la metodica *phase-contrast* si può così ottenere un'accurata valutazione del volume rigurgitante di una valvola, della differenza tra i flussi nelle arterie polmonari per la ricerca di eventuali stenosi polmonari e dei flussi collaterali nella coartazione aortica o nei pazienti operati di Fontan; dati fondamentali nella gestione del follow-up dei pazienti con cardiopatie congenite. Inoltre, la possibilità di misurare i flussi attraverso la valvola polmonare ed aortica offre un metodo alternativo, rispetto alle analisi derivate dalle SSFP, per la quantificazione di eventuali shunt. Le sequenze *phase-contrast* tuttavia

non sono prive di potenziali errori: possibili disallineamenti o malposizionamenti dei piani di analisi rispetto al piano reale delle valvole cardiache, impostazione erronea della velocità di campionamento, artefatti da respiro, flussi particolarmente turbolenti, possono alterare l'analisi del risultato finale.

Nei pazienti GUCH, l'utilizzo del mezzo di contrasto (chelati di gadolinio), permette non solo di valutare eventuali disomogeneità di perfusione o accumuli extravascolari da fibrosi tessutale, ma soprattutto di ottenere immagini angiografiche 3D dei grandi vasi sia nel distretto venoso che in quello arterioso<sup>70</sup>.

### 15.3 Tomografia computerizzata

La TC coronarica si è sviluppata altrettanto rapidamente alla RM nell'ultimo decennio. La pronta disponibilità, l'elevata risoluzione spaziale, i tempi brevi di acquisizione e la capacità di riprodurre l'anatomia cardiaca in immagini 3D attraverso operazioni di *post-processing* mediante software dedicati, hanno conferito alla TC coronarica un ruolo centrale nell'imaging delle cardiopatie congenite. Sebbene la RM rappresenti la tecnica di riferimento per la valutazione dell'anatomia cardiaca e per lo studio della funzione ventricolare nei pazienti GUCH, la TC coronarica è una valida alternativa alla RM qualora quest'ultima fosse controindicata o fossero necessarie ulteriori approfondimenti diagnostici.

Le maggiori applicazioni della TC nei pazienti con cardiopatia congenita complessa prevede la valutazione delle coronarie, i rapporti anatomici tra le varie strutture cardiache, l'esclusione di eventuali complicanze tra cui la presenza di trombi (es. nei pazienti con circolazione di tipo Fontan), l'ostruzione dei "baffles" o la disfunzione di protesi valvolari. La TC può essere utilizzata per acquisire volumi e funzioni ventricolari, ma con una risoluzione temporale inferiore rispetto a quella della RM o all'ecocardiografia e al prezzo di un'eccessiva esposizione a radiazioni ionizzanti<sup>71</sup>.

Le principali indicazioni alla TC nei pazienti GUCH, possono essere riassunte in:

- quando la RM è controindicata;
- per lo studio delle arterie coronarie: (a) anomalie congenite; (b) pazienti a rischio di stenosi dell'ostio coronarico (es. dopo switch arterioso, intervento di Rastelli o intervento di Bentall); (c) per stabilire la relazione delle arterie coronarie con le strutture vicine (es. prima di impianto percutaneo della valvola polmonare);
- in presenza di disfunzione protesica, masse intracardiache, ostruzione dei condotti extra- o intracardiaci;
- per lo studio di collaterali sistemico-polmonari, o fistole artero-venose.

Gli scenari che abbiamo identificato nei pazienti GUCH sono due (Tabella 15):

1. Scenario 1: Pazienti in storia naturale.
2. Scenario 2: Pazienti dopo correzione/palliazione chirurgica.

## 16. PAZIENTE ONCOLOGICO

Le terapie oncologiche, quali chemioterapia e radioterapia, presentano lo svantaggio di esporre i pazienti che vi sono sottoposti ad un aumento del rischio di eventi cardiovascolari e alla comparsa di complicanze cardiache sia acute che tardive. Per tale motivo, le metodiche di imaging cardiaco assumono

**Tabella 15.** Imaging multimodale nei pazienti adulti con cardiopatia congenita.

	ETT	Eco-stress	ETE	RMC	TC coronarica
<b>Scenario 1: Pazienti in storia naturale</b>					
Volume e funzione ventricolare sinistra	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	M (6)
Volume e funzione ventricolare destra	M (6)	R (1)	R (1)	A (9)	M (6)
Studio degli apparati valvolari	A (9)	R (1)	A (9)	A (9)	R (1)
Studio degli shunt	A (7)	R (1)	A (9)	A (9)	A (7)
Studio delle arterie coronarie	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)
Valutazione dell'ischemia miocardica	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)
Valutazione delle stenosi sottovalvolari	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 2: Pazienti dopo correzione/palliazione chirurgica</b>					
Volume e funzione ventricolare sinistra	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	M (6)
Volume e funzione ventricolare destra	M (6)	R (1)	R (1)	A (9)	M (6)
Studio degli apparati valvolari	A (9)	R (1)	A (9)	A (9)	R (1)
Studio degli shunt	A (7)	R (1)	A (9)	A (9)	A (7)
Studio delle arterie coronarie	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)
Valutazione dell'ischemia coronarica	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)
Valutazione delle stenosi sottovalvolari	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)
Valutazione dei condotti intra- ed extracardiaci	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)	A (9)
Studio delle protesi valvolari	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)

Criteria d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; RMC, risonanza magnetica cardiaca; TC, tomografia computerizzata.

un ruolo di primaria importanza nella valutazione della funzionalità cardiaca nel paziente oncologico<sup>72-74</sup>.

Nella trattazione dell'appropriatezza dell'imaging multimodale nel paziente oncologico abbiamo identificato tre scenari clinici (Tabella 16):

1. Scenario 1: Complicanze da chemioterapia e radioterapia.
2. Scenario 2: Follow-up delle complicanze da chemioterapia e radioterapia.
3. Scenario 3: Masse cardiache.

## 16.1 Chemioterapia

### 16.1.1 Complicanze acute

Le complicanze acute più frequentemente riscontrate in seguito a trattamento chemioterapico sono rappresentate dalla miocardite e dalla pericardite acuta; in questi casi, l'ecocardiografia rappresenta la metodica diagnostica di prima scelta, in quanto risulta semplice da eseguire, non invasiva, in grado di offrire buoni contributi diagnostici e di consentire una buona valutazione della funzione cardiaca. Nello studio ecocardiografico delle miocarditi, il principale parametro per determinare la funzione sistolica globale è la frazione di eiezione del ventricolo sinistro. In caso di pericardite, invece, occorre stimare l'entità del versamento pericardico e la sua ripercussione sull'emodinamica cardiaca. Tuttavia, in rari casi (quali le forme più lievi di miocardite e pericardite), l'ecocardiografia non permette una corretta diagnosi, per cui diventa necessario ricorrere ad altre metodiche diagnostiche, come la RMC. Tale metodica permette di giungere ad una corretta diagnosi documentando la presenza di edema della parete miocardica e/o di uptake di contrasto nelle zone miocardiche e pericardiche interessate dal processo flogistico.

Tra le complicanze acute cardiache conseguenti alla somministrazione di farmaci chemioterapici è possibile riscontrare anche le SCA, correlate in primo luogo alla somministrazione di fluoropirimidine. In questi casi, gli esami diagnostici indicati sono l'ecocardiografia a riposo per lo studio della cinetica regionale e della frazione di eiezione del ventricolo sinistro e i test provocativi di ischemia (test da sforzo, eco-stress, miocardioscintigrafia da stress, RM da stress) per valutare la presenza di ischemia inducibile. I test provocativi basati sull'esecuzione di uno sforzo dinamico, essendo più fisiologici, dovrebbero essere preferiti, quando possibile, a quelli che richiedono la somministrazione di farmaci.

### 16.1.2 Complicanze tardive

Le complicanze tardive sono rappresentate, in primo luogo, dalla disfunzione sistolica del ventricolo sinistro, che può evolvere verso forme di SC e dal versamento pericardico cronico o recidivante, che può anch'esso determinare SC o tamponamento cardiaco. Come nel caso delle complicanze acute, l'ecocardiografia rappresenta la metodica principale per la diagnosi e la valutazione funzionale cardiaca, mentre la RMC viene utilizzata nei casi di diagnosi incerta o nei casi in cui non sia possibile utilizzare l'ecocardiografia (es. per inadeguata qualità delle immagini o presenza di protesi mammarie o lesioni cutanee).

Nei casi in cui la frazione di eiezione del ventricolo sinistro risulti conservata, la diagnosi precoce di disfunzione sistolica del ventricolo sinistro può essere effettuata avvalendosi del GLS, calcolabile tramite la metodica ecocardiografica speckle tracking.

**Tabella 16.** Imaging multimodale nel paziente oncologico.

	ETT	ETE	Eco-stress	Rx torace	SPECT	TC	RM	PET
<b>Scenario 1: Complicanze da chemioterapia e radioterapia</b>								
Pericardite								
Essudativa	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	M (4)	M (6)	R (1)
Costrittiva	A (9)	M (6)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	A (9)	R (3)
Disfunzione ventricolare sinistra								
Disfunzione sistolica	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	M (6)	R (3)	A (7)	R (1)
Disfunzione diastolica	A (9)	R (1)	M (6)	A (9)	R (1)	R (1)	A (7)	R (1)
Malattia valvolare								
Diagnosi e valutazione	A (9)	R (1)	M (5)	R (1)	R (1)	M (4)	M (6)	R (3)
Malattia coronarica								
Diagnosi	A (9)	R (1)	A (8)	R (1)	A (8)	A (7)	M (4)	R (1)
<b>Scenario 2: Follow-up delle complicanze da chemioterapia e radioterapia</b>								
Pericardite								
Essudativa	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	M (4)	M (6)	R (1)
Disfunzione ventricolare sinistra								
Disfunzione sistolica	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	R (1)	R (3)	A (7)	R (1)
Malattia valvolare								
Valutazione	A (9)	R (1)	M (5)	R (1)	R (1)	M (4)	M (6)	R (1)
Malattia coronarica								
Valutazione	A (9)	R (1)	A (8)	R (1)	M (6)	R (3)	M (5)	M (5)
	ETT	RMC	TC coronarica	PET				
<b>Scenario 3: Masse cardiache</b>								
Metastasi pericardiche	A (9)	A (8)	A (8)	R (3)				
Metastasi miocardiche	A (8)	A (9)	A (8)	R (3)				
Masse endocavitarie	A (9)	A (7)	A (8)	M (6)				

Criteri d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; PET, tomografia ad emissione di positroni; RM, risonanza magnetica; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata.

### 16.1.3 Guida alla terapia

L'ecocardiografia rappresenta la metodica di scelta anche nella programmazione della terapia oncologica e cardiologica in base ai valori di frazione di eiezione del ventricolo sinistro. È tale metodica, infatti, a rivestire un ruolo di primo piano per guidare la scelta della terapia più appropriata e della sua eventuale sospensione transitoria o definitiva: come raccomandato dall'ESC, non è invece opportuno modificare la terapia oncologica basandosi sui valori di GLS o sul grado di disfunzione diastolica<sup>73</sup>.

L'idoneità all'inizio della terapia oncologica viene condivisa con l'oncologo, caso per caso, calcolando il bilancio tra i rischi e i benefici, così come la decisione di sospendere la terapia oncologica in modo transitorio o definitivo in presenza di peggioramento della frazione di eiezione del ventricolo sinistro. Il trattamento della disfunzione sistolica ventricolare sinistra, sintomatica o asintomatica, è quello abitualmente utilizzato nell'ambito dello SC.

In presenza di versamento pericardico, la scelta di trattare il paziente con terapia medica o pericardiocentesi dipende

dall'impatto emodinamico del versamento, che viene generalmente valutato mediante ecocardiografia.

### 16.1.4 Follow-up

Per valutare l'andamento della funzionalità cardiaca sia durante il periodo del trattamento chemioterapico sia dopo la sua conclusione, è possibile basarsi sui protocolli proposti dalle varie Società Scientifiche, che sottolineano l'importanza della valutazione della frazione di eiezione del ventricolo sinistro mediante ecocardiografia. In alternativa, può essere utilizzata la RM, mentre le metodiche nucleari sono meno impiegate al fine di evitare esposizioni ripetute dei pazienti alle radiazioni ionizzanti. In presenza di versamento pericardico, risultano indicate ecocardiografie seriali al fine di escludere il peggioramento del versamento e l'evoluzione verso il tamponamento cardiaco.

## 16.2 Radioterapia

### 16.2.1 Aspetti diagnostici

La radioterapia può determinare danni cardiaci che sono dose-dipendenti e si manifestano raramente in fase acuta,

comparendo più frequentemente in cronico, anche a distanza di anni dal trattamento. Le complicanze acute sono rappresentate, anche in questo caso, dalla pericardite e dalla miocardite acuta e per la loro diagnosi l'ecocardiografia risulta la metodica di prima scelta: la RM, invece, si utilizza nei casi in cui l'ecocardiografia non è conclusiva o non può essere eseguita.

Le complicanze tardive comprendono, invece, la pericardite costrittiva, le cardiomiopatie, le valvulopatie e la coronaropatia.

La pericardite costrittiva può essere l'evoluzione di una pericardite essudativa cronicizzata; anche in tal caso, l'ecocardiografia è la tecnica di imaging più usata, anche per la valutazione degli effetti funzionali del processo costrittivo.

Le cardiomiopatie sono in genere la conseguenza dello sviluppo di fibrosi miocardica, che può evolvere verso la disfunzione ventricolare sinistra. La stima della frazione di eiezione del ventricolo sinistro può essere effettuata mediante ecocardiografia, RM o tecniche nucleari.

Per quanto riguarda le valvulopatie, le alterazioni anatomiche degli apparati valvolari si manifestano come degenerazione fibrotica, calcificazione e retrazione dei lembi valvolari. L'ecocardiografia è la tecnica di scelta per la valutazione delle valvulopatie e solo in rari casi è necessario ricorrere alla RM.

Per quel che concerne, invece, le coronaropatie, è stato riscontrato come nei giovani radiotrattati possa essere presente un'accelerazione dell'aterosclerosi coronarica, con un conseguente aumento del rischio di IHD. Dal punto di vista anatomico, la coronaropatia interessa soprattutto gli osti coronarici e i segmenti prossimali delle coronarie. L'ecocardiografia può documentare alterazioni della cinesia segmentaria del ventricolo sinistro e l'integrazione con uno stress test consente la diagnosi di ischemia miocardica. La RM è indicata quando l'ecocardiografia non è conclusiva o non può essere eseguita. La TC coronarica è più accurata nella diagnosi di coronaropatia ma non fornisce informazioni sui fattori emodinamici.

### 16.2.2 Guida alla terapia

La procedura indicata per una corretta gestione terapeutica dei versamenti pericardici e della pericardite costrittiva consiste nell'esecuzione di ecocardiografie seriali; inoltre, l'utilizzo della RM può essere utile quando l'ecocardiografia è insufficiente a rispondere a tutti i quesiti clinici.

Nel caso delle cardiomiopatie, l'ecocardiografia consente di monitorare nel tempo la funzione ventricolare sistolica e diastolica, di impostare la terapia medica ed eventualmente di valutare la possibilità di impianto di dispositivo.

Per quanto riguarda le valvulopatie, l'ecocardiografia è la principale tecnica di imaging alla base delle varie decisioni terapeutiche.

Nell'ambito della malattia coronarica l'eco-stress, eventualmente con l'utilizzo del mezzo di contrasto, è indicata per la diagnosi di ischemia miocardica al fine di pianificare un eventuale intervento di rivascularizzazione miocardica. La miocardioscintigrafia da sforzo o con dipiridamolo costituisce una valida metodica per la valutazione della presenza di ischemia miocardica; tuttavia, come effetto avverso, comporta l'esposizione del paziente a radiazioni ionizzanti. La TC coronarica costituisce un'ulteriore opzione per guidare le scelte terapeutiche, ma utilizza anch'essa radiazioni ionizzanti.

### 16.2.3 Follow-up

I pazienti radiotrattati possono rimanere a lungo asintomatici. Pertanto, a 5 anni di distanza dal trattamento, nei pazienti ad alto rischio cardiovascolare è indicato uno screening da effettuare tramite ecocardiografia, eco-stress o RM. Nei pazienti sintomatici o nel caso di comparsa di segni di cardiopatia l'indicazione alle metodiche di imaging deve essere guidata dalla valutazione clinica: in caso di comparsa di un nuovo soffio cardiaco risulta indicata la valutazione ecocardiografica; in caso di angina, invece, risulta preferibile l'esecuzione di stress test e in caso di SC occorrerà effettuare una iniziale valutazione ecocardiografica che permetta l'individuazione della corretta eziologia della sintomatologia e, quindi, procedere ad ulteriori accertamenti diagnostici specifici o ad appropriati interventi terapeutici.

### 16.3 Tumori cardiaci

Le metodiche di imaging cardiaco rivestono un ruolo di primaria importanza nell'identificazione delle masse cardiache e nella diagnosi differenziale tra tumori maligni e benigni. Il riscontro di una massa cardiaca avviene spesso in maniera occasionale. L'ecocardiografia, integrata con il mezzo di contrasto o transesofagea, è utilizzata per avere informazioni su sede, dimensioni, caratteristiche morfologiche, mobilità ed eventuale ripercussione emodinamica del tumore. La RM è la tecnica di riferimento per la caratterizzazione tissutale delle masse e lo studio dei rapporti con le strutture adiacenti, mentre la PET ne documenta l'attività metabolica.

I tumori primitivi più frequenti sono il sarcoma (angiosarcoma nell'adulto, rhabdomyosarcoma nei pazienti pediatrici), il linfoma e il mesotelioma. L'ecocardiografia è la tecnica di prima scelta per l'individuazione di una neoplasia maligna, che risulta spesso caratterizzata da margini poco definiti e dal possibile coinvolgimento di più camere cardiache e/o strutture adiacenti. L'accertamento diagnostico successivo si basa sull'utilizzo della TC toracica, per definire l'estensione della malattia e l'eventuale coinvolgimento delle coronarie, e della RMC.

Le metastasi cardiache sono 20-40 volte più frequenti rispetto ai tumori cardiaci primitivi, con una maggiore incidenza di quelle pericardiche. Per queste ultime, l'ecocardiografia è la prima metodica impiegata, seppur difficilmente conclusiva ai fini diagnostici. La RM con contrasto, invece, facilita la diagnosi documentando un enhancement precoce e tardivo. Raramente è utilizzata la PET.

Nel sospetto di metastasi miocardica, invece, l'ecocardiografia costituisce la tecnica di prima scelta. In questi casi, le masse neoplastiche non sono contrattili e presentano diversa ecogenicità rispetto al miocardio circostante. La TC e la RM permettono di definire con maggior accuratezza il numero e le dimensioni delle metastasi.

Le metastasi endocavitari sono diagnosticate mediante ecocardiografia, RM e TC con le caratteristiche già descritte.

### 16.3.1 Guida alla terapia

L'imaging cardiaco gioca un ruolo fondamentale nella decisione relativa all'adozione di strategie terapeutiche invasive o conservative. Tuttavia, poiché ogni metodica presenta vantaggi e svantaggi, il miglior approccio è l'integrazione fra le diverse metodiche.

### 16.3.2 Follow-up

Per un corretto monitoraggio e management terapeutico, la metodica di imaging con cui effettuare il follow-up deve essere scelta in base al tipo di tumore e alla sua localizzazione<sup>74</sup>.

## 17. PAZIENTE CARDIOLOGICO OSPEDALIZZATO CON COMORBILITÀ

### 17.1 Con tumore

I pazienti affetti da neoplasie sono un gruppo eterogeneo e in continuo aumento. La chemioterapia, le terapie biologiche e la radioterapia possono provocare in questi soggetti problemi cardiovascolari in un'alta percentuale di casi. Questa tipologia di pazienti ha, dunque un maggior numero di comorbilità e vanno incontro a successive riospedalizzazioni sia per la progressione della malattia neoplastica, sia per effetti collaterali cardiotoxici delle terapie e/o ad eventi cardiovascolari acuti<sup>73</sup>.

#### 17.1.1 Scenario 1: Scompenso cardiaco

Sintomi e segni di SC portano spesso i pazienti con neoplasia a ricoveri successivi. I pazienti con età >60 anni, con altre comorbilità come ipertensione arteriosa, diabete mellito e ridotta funzione renale, sono più sensibili agli effetti cardiotoxici dei farmaci e sviluppano più facilmente disfunzione ventricolare sinistra.

L'ETT è la metodica di prima linea in quanto permette una valutazione anatomica e funzionale, sia in pazienti senza nozione di precedente cardiopatia che in quelli con cardiopatia nota. Il primo step è la valutazione anatomica delle strutture

cardiache (dimensioni atriali, dimensioni ventricolari, stato anatomico delle valvole e del vaso) ed un'attenta analisi della loro funzione (cinetica segmentaria e globale dei ventricoli, funzione ventricolare globale, funzione valvolare). Come già detto l'ecocardiografia è la metodica di prima linea e ad essa si associa l'Rx torace. Raramente sono utilizzate le altre metodiche.

#### 17.1.2 Scenario 2: Patologia pericardica (Tabella 17)

Pericarditi e versamenti pericardici sono complicanze frequenti nei pazienti neoplastici che necessitano di riospedalizzazione. Possono essere conseguenza della patologia neoplastica di base (metastasi secondarie) o della terapia effettuata (chemio/radioterapia). L'ETT è la metodica di prima linea, sia per la diagnosi che per la valutazione quantitativa ed emodinamica del paziente.

#### 17.1.3 Scenario 3: Angina e cardiopatia ischemica (Tabella 17)

Il dolore toracico rappresenta un evento cardiaco frequente nei pazienti affetti da neoplasie. È sempre necessario valutare il rischio di IHD e malattia coronarica prima di iniziare un trattamento antineoplastico, dato che diversi farmaci antitu-

**Tabella 17.** Imaging multimodale nel paziente oncologico ospedalizzato con comorbilità.

	ETT	ETE	Eco-stress	Rx torace	SPECT	TC	RMC	PET
<b>Scenario 1: Scompenso cardiaco</b>								
Cardiopatia non nota								
Valutazione anatomica	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (3)	R (1)
Valutazione funzionale								
Funzione sistolica	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	M (6)	R (3)	R (3)	R (3)
Funzione diastolica	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Cardiopatia nota								
Valutazione anatomica	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (3)	R (1)
Valutazione funzionale								
Funzione sistolica	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	M (6)	R (1)	R (3)	R (3)
Funzione diastolica	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 2: Patologia pericardica</b>								
Versamento	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	M (4)	M (6)	R (1)
Tamponamento	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Pericardite costrittiva	A (9)	M (6)	R (1)	A (9)	R (1)	M (6)	M (6)	R (1)
Masse intrapericardiche	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)	M (6)
<b>Scenario 3: Cardiopatia ischemica</b>								
Coronaropatia non nota	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)
Coronaropatia nota	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 4: Valvulopatia</b>								
Valutazione anatomica	A (9)	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	M (6)	R (1)	R (1)
Valutazione funzionale	A (9)	M (6)	A (8)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 5: Masse intracardiache</b>								
	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	A (9)	M (5)

Criteria d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; PET, tomografia ad emissione di positroni; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata.

morali sono associati ad un aumento del rischio di malattia coronarica acuta e cronica.

La radioterapia può produrre un'accelerazione dell'aterosclerosi coronarica e della sclerosi valvolare, con calcificazione degli osti coronarici secondo il volume del cuore irradiato e le dosi. I pazienti più frequentemente a rischio, oltre a quelli con linfoma di Hodgkin, sono le donne con carcinoma mammario, quando localizzato nella mammella sinistra; in quest'ultimo caso l'arteria abitualmente colpita, anche se non in modo esclusivo, è la discendente anteriore della coronaria sinistra.

L'ETT va sempre eseguita. Qualora vi sia la necessità clinica di indagare la presenza di IHD, la scelta cade su test di imaging funzionale (eco-stress e scintigrafia miocardica) piuttosto che sui test di imaging anatomica (TC coronarica).

#### 17.1.4 Scenario 4: Valvulopatia (Tabella 17)

Le Lesioni valvolari sono frequenti nei pazienti neoplastici sottoposti a chemioterapia e soprattutto in colore che sono stati sottoposti ad alte dosi di radioterapia. In genere queste valvulopatie rimangono asintomatiche finché l'entità della degenerazione valvolare non diventa severa e determina l'insorgenza di SC acuto. Anche in questo caso l'ETT è la metodica di prima linea, anche se talvolta si rende necessaria l'esecuzione dell'ETE.

#### 17.1.5 Scenario 5: Masse intracardiache (Tabella 17)

Il riscontro di masse intracardiache o intrapericardiche può essere un reperto occasionale. I tumori primitivi cardiaci sono poco frequenti e per lo più benigni (mixomi, angiomi, fibroblastomi, ecc.). Più frequenti sono i tumori secondari metastatici. L'ETT è l'esame più appropriato per definirne le dimensioni, la sede, la motilità ed è una metodica facilmente ripetibili nel follow-up e per effettuare biopsie eco-guidate.

L'ETE 2D e 3D è appropriata e superiore all'ETT per identificare sede, entità (soprattutto per le masse <5 mm), caratteristiche della massa, infiltrazione del pericardio (che è il carattere distintivo di malignità), i rapporti con le altre strutture (grandi vasi, polmone, mediastino), per effettuare una biopsia guidata e per dare informazioni rilevanti per il miglior approccio chirurgico.

Appropriata è la TC che permette di meglio valutare l'estensione paracardiaca, l'infiltrazione di strutture adiacenti, le sedi multiple, le calcificazioni o le formazioni cistiche. La somministrazione di contrasto nefrotossico ne limita l'utilizzo. La RM è appropriata e costituisce oggi il "gold standard" per la caratterizzazione tessutale; permette anche di seguire nel follow-up i pazienti dopo chemioterapia o intervento chirurgico<sup>73</sup>.

## 17.2 Con diabete

Il diabete mellito è una malattia molto diffusa ed in continuo aumento. I pazienti diabetici presentano numerose comorbidità e sono soggetti a frequenti ospedalizzazioni; in particolare modo l'ipertensione arteriosa associata al diabete ha una più elevata frequenza di mortalità cardiovascolare. Il ruolo delle metodiche di imaging cardiovascolare è quello di valutare gli effetti del diabete e dell'ipertensione sull'anatomia e sulla funzione cardiovascolare per definirne la prognosi.

#### 17.2.1 Scenario 1: Valvulopatia (Tabella 18)

La patologia valvolare è spesso presente nei pazienti diabetici, determina infatti fibrosi e calcificazioni dell'anello mitralico e della valvola aortica, con gradi variabili di stenosi ed insuffi-

cienza. L'ETT è l'esame indicato sia nella valutazione iniziale che nel follow-up e permette di determinare l'approccio terapeutico migliore (valvuloplastica, intervento chirurgico, impianto transcateretere di valvola aortica). L'ETE è appropriata nei casi in cui occorra una migliore definizione del quadro anatomico-funzionale in caso di necessità di intervento.

#### 17.2.2 Scenario 2: Scompenso cardiaco (Tabella 18)

Il diabete è un potente fattore indipendente predittore di ospedalizzazione per SC e mortalità. La cardiomiopatia diabetica è una condizione caratterizzata da disfunzione ventricolare sinistra, ipocinesia diffusa in assenza di malattia coronarica e/o ipertensione arteriosa. L'ETT con lo studio Doppler e strain è l'esame più appropriato. Permette infatti la valutazione dei diametri cardiaci, dei volumi ventricolari ed atriali, della massa ventricolare sinistra, della cinetica regionale, della funzione diastolica e sistolica del ventricolo sinistro: nei diabetici asintomatici inoltre lo strain longitudinale è un indicatore molto precoce di disfunzione sistolica ventricolare sinistra e si riduce col progredire della malattia diabetica anche in presenza di frazione di eiezione preservata.

#### 17.2.3 Scenario 3: Cardiopatia ischemica (Tabella 18)

La malattia coronarica è spesso silente nei pazienti diabetici e fino al 60% degli infarti del miocardio possono essere asintomatici. L'ischemia miocardica silente colpisce il 20-35% dei pazienti con diabete che hanno fattori di rischio addizionali (principalmente ipertensione e dislipidemia); il 35-70% dei pazienti con ischemia miocardica silente hanno anche stenosi coronariche significative all'esame angiografico. L'ETT di base è l'esame di prima linea per valutare volumetria e funzione ventricolare. L'ecocardiografia da stress è appropriata per svelare l'ischemia silente, sia con dobutamina in presenza di ipocinesia e disfunzione sistolica a riposo per rilevare la presenza di eventuale vitalità miocardica, sia con dipiridamolo per lo studio della riserva coronarica mediante la valutazione con Doppler pulsato del flusso nella coronaria discendente anteriore, raccomandato per la differenziazione delle stenosi epicardiche dalla malattia del microcircolo (frequente nel diabete mellito e ipertensione).

La SPECT da sforzo o farmacologica può essere moderatamente indicata, mentre la TC è raramente appropriata, ma ha un potenziale ruolo nella caratterizzazione e nella prognosi delle placche coronariche ad alto rischio.

#### 17.2.4 Scenario 4: Vasculopatia (Tabella 18)

La patologia vascolare è un'importante causa di morbilità e mortalità nei pazienti con diabete di tipo 1 e tipo 2 determinando patologie vascolari cerebrali, coronariche e periferiche. L'eco-color Doppler vascolare è appropriato in tutti i diabetici per documentare la presenza di stenosi significative carotidiche, ma anche per valutare lo spessore del complesso medio-intimale delle carotidi extracraniche, marker di lesioni aterosclerotiche in altri distretti. Lo spessore medio-intimale è un importante fattore predittivo di eventi cerebro- e cardiovascolari ed è anche fondamentale per definire lo stato anatomico e funzionale dei vasi periferici, che comprendono aorta addominale, arterie iliache e femoro-tibiali<sup>75</sup>.

## 17.3 Con insufficienza renale cronica

La presenza di insufficienza renale cronica (IRC) si associa alla presenza di malattia coronarica in circa il 40% dei casi con un aumentato rischio di eventi cardiovascolari maggiori. Per la ricerca della coronaropatia associata abbiamo a disposizione tre



**Tabella 18.** Imaging multimodale nel paziente diabetico ospedalizzato con comorbidità.

	ETT	ETE	Eco-stress	Rx torace	SPECT	TC coronarica	RMC	PET
<b>Scenario 1: Valvulopatia</b>								
Valutazione anatomica	A (9)	M (3)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	R (3)	R (1)
Valutazione funzionale	A (9)	M (3)	R (1)	A (5)	R (1)	R(1)	R (3)	R (1)
<b>Scenario 2: Scompenso cardiaco</b>								
Funzione sistolica	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	M (6)	R (1)	R (3)	R (3)
Funzione diastolica	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
<b>Scenario 3: Cardiopatia ischemica</b>								
Coronaropatia non nota	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	M (6) + RM stress	R (1)
Coronaropatia nota	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
	Eco vascolare	ETE	Eco-stress	Rx	Nucleare	TC	RM	PET
<b>Scenario 4: Vasculopatia</b>								
Vasi epicranici	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	M (6)	R (1)
Aorta addominale	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	M (6)	R (1)
Vasi periferici	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	M (6)	R (1)

Criteri d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; PET, tomografia ad emissione di positroni; RM, risonanza magnetica; RMC, risonanza magnetica cardiaca; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata.

tipologie di imaging non invasivo che identificano e quantificano il calcio coronarico (*coronary artery calcium score* [CACS] alla TC coronarica), l'ischemia miocardica (SPECT da sforzo o da stress ed eco-stress) e le lesioni coronariche (TC coronarica). L'appropriatezza di queste metodiche viene valutata nell'ambito di due scenari principali.

### 17.3.1 Scenario 1: Insufficienza renale moderata e progressiva (Tabella 19)

Nel paziente con IRC moderata o progressiva l'ETT è appropriata in tutti i pazienti in quanto permette di valutare la funzione sistolica e diastolica e, nei soggetti ipertesi, di valutare l'entità dell'IVS e la geometria ventricolare che hanno importanti risvolti nella prognosi e nella terapia: l'ipertrofia concentrica infatti correla con gli eventi cardiovascolari, e quella eccentrica con una più frequente evoluzione verso lo SC. L'ETT riveste inoltre un importante ruolo per la valutazione delle calcificazioni valvolari (aorta e mitrale) frequenti nei soggetti con IRC ed alterato metabolismo calcico. L'ETE è invece raramente appropriata ma può essere necessaria in caso di sospetto di endocardite batterica.

La TC coronarica permette di identificare non solo le lesioni coronariche calcifiche, ma anche quelle non calcifiche che non sono da considerarsi meno insidiose essendo spesso lesioni "vulnerabili" e che si presentano anche nel soggetto con IRC iniziale e CACS >100 unità Agatston.

Pertanto nell'IRC moderata o progressiva, il CACS è da considerarsi moderatamente utile nel migliorare la stratificazione del rischio prognostico, mentre SPECT, eco-stress, TC coronarica e coronarografia sono raramente appropriate nel soggetto asintomatico.

### 17.3.2 Scenario 2: Paziente con insufficienza renale severa in dialisi in attesa di trapianto renale (Tabella 19)

L'ecocardiografia è appropriata in tutti i pazienti e in previsione del trapianto. L'eco-stress farmacologico è indicato per sla-

tentizzare un'ischemia inducibile anche in pazienti asintomatici. A differenza dei soggetti asintomatici con IRC moderata, quelli con IRC in dialisi e in attesa di trapianto renale se hanno almeno tre fattori di rischio coronarici maggiori, devono essere sottoposti ad una valutazione per la ricerca della coronaropatia associata. SPECT ed eco-stress con dobutamina hanno sensibilità e specificità simili e tali da non essere conclusive. Nel paziente in attesa di trapianto renale, specialmente se in presenza di storia clinica di cardiopatia, arteriopatia o diabete, la coronarografia dovrebbe essere preferita alle altre indagini non invasive<sup>76</sup>.

## 17.4 Con malattie reumatologiche

I pazienti con malattie reumatologiche sono un gruppo eterogeneo di pazienti ad aumentato rischio di eventi cardiovascolari avversi che incidono su mortalità e morbilità.

### 17.4.1 Artrite reumatoide

Le manifestazioni cardiache si verificano fino al 60% dei pazienti con artrite reumatoide e comprendono pericardite, miocardite, IHD e SC, con un raddoppio del rischio di mortalità cardiaca rispetto a quella di soggetti di controllo sani. L'ETT è appropriata per identificare la patologia. La RM evidenzia l'interessamento miocardico con fibrosi ed edema infiammatorio nel 50% della popolazione con artrite reumatoide.

### 17.4.2 Sclerodermia

Le manifestazioni cliniche di coinvolgimento del miocardio nella sclerodermia sono di solito lo SC congestizio e le aritmie; talora sono stati evidenziati angina, infarto miocardico e morte improvvisa in assenza di malattia epicardica; pertanto l'identificazione precoce del coinvolgimento cardiaco è fondamentale nella sclerodermia.

**Tabella 19.** Imaging multimodale nel paziente con malattie reumatologiche ospedalizzato con comorbidità.

	ETT	ETE	Eco-stress	Rx torace	SPECT	TC coronarica	RM/stress	PET
<b>SCLEROSI SISTEMICA</b>								
<b>Scenario 1: Scempenso cardiaco</b>								
Valutazione anatomica	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Valutazione funzionale								
Funzione sistolica	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (3)
Funzione diastolica	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Cardiopatìa non nota								
Valutazione anatomica	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Valutazione funzionale								
Funzione sistolica	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R(3)
Funzione diastolica	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Cardiopatìa nota	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	M (6)	A (9)	R (1)
<b>Scenario 2: Patologia mio-pericardica</b>								
Versamento	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Tamponamento	A (9)	M (6)	R (1)	A (9)	R (1)	M (6)	A (9)	R (1)
Pericardite costrittiva	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Miocardite	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	A (9)	M (6) + stress	R (1)
<b>Scenario 3: Cardiopatìa ischemica</b>								
Coronaropatìa non nota	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	M (6) + stress	R (1)
Coronaropatìa nota	A (9)	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	M (6)	M (6)	R (1)
<b>Scenario 4: Valvulopatìa</b>								
Valutazione anatomica	A (9)	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	R (1)
Valutazione funzionale	A (9)	M (6)	A (7-9)	M (6)	A (9)	A (9)	M (4-6)	R (1)
<b>Scenario 5: Ipertensione arteriosa polmonare</b>								
	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
<b>ARTRITE REUMATOIDE</b>								
<b>Scenario 1: Scempenso cardiaco</b>								
Valutazione anatomica	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R(3)
Valutazione funzionale								
Funzione sistolica	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Funzione diastolica	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Cardiopatìa non nota								
Valutazione anatomica								
Valutazione funzionale								
Funzione sistolica	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (3)
Funzione diastolica	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Cardiopatìa nota	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	M (6)	A (9)	R (1)
<b>Scenario 2: Patologia mio-pericardica</b>								
Versamento	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Tamponamento	A (9)	M (6)	R (1)	A (9)	R (1)	M (6)	A (9)	R (1)
Pericardite costrittiva	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R(1)	A (9)	R (1)
Miocardite	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	A (9)	M (6) + stress	R (1)

(continua)

Tabella 19. (segue)

	ETT	ETE	Eco-stress	Rx torace	SPECT	TC coronarica	RM/stress	PET
<b>Scenario 3: Cardiopatia ischemica</b>								
Coronaropatia non nota	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	M (6) + stress	R (1)
Coronaropatia nota	A (9)	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	M (6)	M (6)	R (1)
<b>Scenario 4: Valvulopatia</b>								
Valutazione anatomica	A (9)	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	R (1)
Valutazione funzionale	A (9)	M (6)	A (7-9)	M (6)	M (6)	A (9)	M (4-6)	R (1)
<b>Scenario 5: Ipertensione arteriosa polmonare</b>								
	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
<b>LUPUS ERITEMATOSO SISTEMICO</b>								
<b>Scenario 1: Scopenso cardiaco</b>								
Valutazione anatomica	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (3)
Valutazione funzionale								
Funzione sistolica	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Funzione diastolica	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Cardiopatia non nota								
Valutazione anatomica	A (9)	R (1)	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R(3)
Cardiopatia nota								
Valutazione funzionale								
Funzione sistolica	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)
Funzione diastolica	A (9)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)	M (6)	A (9)	R (1)
<b>Scenario 2: Patologia mio-pericardica</b>								
Versamento	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Tamponamento	A (9)	M (6)	R (1)	A (9)	R (1)	M (6)	A (9)	R (1)
Pericardite costrittiva	M (6)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	R (1)	A (9)	R (1)
Miocardite	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	A (9)	M (6) + stress	R (1)
<b>Scenario 3: Cardiopatia ischemica</b>								
Coronaropatia non nota	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	A (9)	R (1)	M (6) + stress	R (1)
Coronaropatia nota	A (9)	A (9)	M (6)	R (1)	R (1)	M (6)	M (6)	R (1)
<b>Scenario 4: Valvulopatia</b>								
Valutazione anatomica	A (9)	A (9)	A (9)	R (1)	R (1)	R (1)	M (6)	R (1)
Valutazione funzionale	A (9)	M (6)	A (7-9)	M (6)	A (9)	A (9)	M (4-6)	R (1)
<b>Scenario 5: Ipertensione arteriosa polmonare</b>								
	A (7-9)	R (1)	R (1)	M (6)	A (9)	A (9)	A (9)	A (9)
<b>INSUFFICIENZA RENALE CRONICA</b>								
Moderata	A (9)	M (5)	R (2)	M (6)	R (2)	R (2)		
Severa, paziente dializzato in attesa di trapianto	A (9)	R (1)	M (6)	R (6)	M (6)	M (6)		

Criteria d'uso: A, appropriato; M, può essere appropriato; R, raramente appropriato.

ETE, ecocardiografia transesofagea; ETT, ecocardiografia transtoracica; PET, tomografia ad emissione di positroni; RM, risonanza magnetica; SPECT, tomografia computerizzata ad emissione di fotone singolo; TC, tomografia computerizzata.

### 17.4.3 Lupus eritematoso sistemico

La prevalenza di pericardite, con o senza versamento, si aggira tra l'11% e il 54% dei pazienti, mentre la presenza di versamento pericardico silente è descritta ecocardiografica-

mente nel 40% dei casi, percentuale che sale fino al 60% in caso di riscontro autoptico. La miocardite colpisce fino al 14% dei pazienti con una prevalenza, a livello autoptico, fino al 40-50%. Anomalie valvolari sono comunemente riscontrate e

l'endocardite di Libman-Sacks è la manifestazione più caratteristica. Lesioni anatomiche<sup>1</sup> valvolari sono state osservate nel 15-75% dei pazienti studiati necroscopicamente, nel 40-50% dei casi dei pazienti sottoposti ad ETT e nel 50-60% di quelli sottoposti ad ETE. La malattia cardiovascolare è registrata nel 50-75% dei pazienti con sindrome da anticorpi antifosfolipidi e si manifesta principalmente come trombosi venosa periferica, trombosi arteriosa e/o trombosi intracardiaca.

La connettivite mista è caratterizzata dalla combinazione di diverse malattie autoimmuni, quali lupus eritematoso sistemico, sclerodermia, polmiosite e artrite reumatoide. Meno frequentemente, invece, possono comparire pericardite, prolasso della valvola mitrale, miocardite<sup>77</sup>.

#### 17.4.4 Scenario 1: *Scompenso cardiaco* (Tabella 19)

ETT e RM risultano appropriate per la valutazione dello SC nei suoi aspetti anatomici e funzionali in malattia nota e non nota. Fibrosi del miocardio con distribuzione a mosaico irregolare è considerata patognomonica di sclerodermia. Nella connettivite mista con blocco di branca sinistro di recente insorgenza, la RM documenta la presenza di patologia cardiaca sia in fase acuta che cronica, in particolare miocardite. La RM dovrebbe essere considerata come un complemento all'iter diagnostico convenzionale in entrambi i tipi di pazienti.

#### 17.4.5 Scenario 2: *Patologia pericardica* (Tabella 19)

La pericardite è comune in tutte le malattie reumatologiche. Versamento pericardico si registra nel 4.6-50% dei pazienti con lupus eritematoso sistemico, ma il tamponamento cardiaco è raro, si verifica in <1%. Versamento pericardico sintomatico è più comune entro il primo anno di diagnosi ed è predittore di ridotta sopravvivenza (sopravvivenza a 5 anni del 46%). L'ETT è appropriata per valutare l'entità del versamento, la sua evoluzione e per la pericardiocentesi eco-guidata<sup>78</sup>.

#### 17.4.6 Scenario 3: *Valvulopatia* (Tabella 19)

Il coinvolgimento valvolare nell'artrite reumatoide è elevato. Nei pazienti con lupus eritematoso sistemico la malattia valvolare è comune e sono state riportate anomalie ecocardiografiche fino al 73% dei pazienti. I risultati includono ispessimento dei lembi (51-52%), masse valvolari (34-43%), rigurgito (25-28%) e stenosi (3-4%). L'insufficienza valvolare è la principale anomalia funzionale nell'artrite reumatoide e prevalentemente colpisce le valvole del cuore sinistro. Malattie della radice e della valvola aortica sono comuni nei pazienti con spondilite anchilosante e si osservano nell'82% dei pazienti, incluso l'ispessimento della radice aortica, aumentata rigidità e dilatazione aortica.

#### 17.4.7 Scenario 4: *Angina e cardiopatia ischemica* (Tabella 19)

Nei pazienti con artrite reumatoide, l'ischemia può essere il risultato della malattia di un'arteria coronaria epicardica atero-

sclerotica (coronaropatia) e/o di cardiomiopatia dilatativa. La presenza di malattia coronarica epicardica precoce è dovuta al processo infiammatorio, ai fattori di rischio cardiovascolare tradizionali e agli effetti collaterali dei farmaci. L'ischemia miocardica può anche derivare da arterite, vasospasmo, trombosi coronarica, embolizzazione e cardiomiopatia dilatativa. La valutazione funzionale si basa sull'uso appropriato di ecostress farmacologico.

#### 17.4.8 Scenario 5: *Ipertensione arteriosa polmonare* (Tabella 19)

Uno scenario particolare è l'ipertensione arteriosa polmonare che può essere considerata globalmente nel contesto delle malattie del connettivo anche se si esprime soprattutto nella sclerodermia (8-12% dei pazienti). Pazienti asintomatici con sclerodermia devono essere sottoposti annualmente a screening per l'ipertensione polmonare mediante ETT<sup>77-79</sup>.

## 18. RIASSUNTO

Le patologie cardiovascolari, sempre più complesse e diffuse, hanno portato allo sviluppo di nuove e performanti tecniche di imaging cardiovascolare. Purtroppo, il numero di procedure di imaging sta aumentando in maniera esponenziale portando ad un incremento dei costi e delle liste d'attesa. Da qui uno dei razionali alla base della necessità di definire l'utilizzo appropriato dell'imaging cardiovascolare. Il concetto di appropriatezza applicato alla cura della salute mette sul piatto della bilancia il rischio e il beneficio di un trattamento, di un test diagnostico o di una procedura nell'ambito delle risorse disponibili per un determinato paziente con specifiche caratteristiche. I criteri di appropriatezza dovrebbero fornire lo strumento adatto a coadiuvare il clinico nel giudicare se un paziente è un ragionevole candidato per eseguire un determinato trattamento, test diagnostico o procedura. Il concetto di appropriatezza successivamente è stato sostituito da quello dell'uso appropriato dei criteri (di appropriatezza) che rappresenta il crescente sforzo delle Società Scientifiche di creare, rivedere e sistematizzare in modo critico ed organico tutte quelle situazioni cliniche nelle quali i test diagnostici e le procedure sono utilizzate dai medici curanti per i pazienti con patologie cardiovascolari.

Questo documento di consenso delle maggiori Società Scientifiche italiane è nato tenendo conto non solo delle linee guida internazionali e dei documenti scientifici pubblicati, ma anche della realtà clinica e legislativa italiana oltre che dei vari profili professionali coinvolti nell'iter gestionale dei pazienti.

**Parole chiave.** Aritmie; Cardiomiopatie; Ecocardiografia; Forame ovale pervio; Imaging cardiaco; Imaging cardiovascolare multimodale; Imaging nucleare; Ipertensione arteriosa; Risonanza magnetica cardiaca; Scompenso cardiaco; Sindrome coronarica acuta; Sindrome coronarica cronica; Tomografia ad emissione di positroni; Tomografia computerizzata; Uso appropriato dei criteri; Valvulopatie cardiache.

## 19. BIBLIOGRAFIA

1. Douglas PS, Garcia MJ, Haines DE, et al. ACCF/AHA/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCM/SCCT/SCMR 2011 Appropriate use criteria for echocardiography. A report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task

Force, American Society of Echocardiography, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Critical Care Medicine, Society of Cardiovascular

Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance American College of Chest Physicians. J Am Soc Echocardiogr 2011;24:229-67.

2. Carr JJ, Hendel RC, White RD, et al. 2013 Appropriate utilization of cardiovascular imaging: a methodology for the

development of joint criteria for the appropriate utilization of cardiovascular imaging by the American College of Cardiology Foundation and American College of Radiology. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:2199-216.

3. Garbi M, Edvardsen T, Bax J, et al. EACVI appropriateness criteria for the use of cardiovascular imaging in heart failure derived from European National Imaging Societies voting. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2016;17:711-21.

4. Pitts SR, Niska RW, Xu J, Burt CW. National Hospital Ambulatory Medical Care Survey: 2006 emergency department summary. *Natl Health Stat Report* 2008;7:1-38.

5. Fanaroff AC, Rymer JA, Goldstein SA, Simel DL, Newby LK. Does this patient with chest pain have acute coronary syndrome?: the rational clinical examination systematic review. *JAMA* 2015;314:1955-65.

6. Pope JH, Aufderheide TP, Ruthazer R, et al. Missed diagnoses of acute cardiac ischemia in the emergency department. *N Engl J Med* 2000;342:1163-70.

7. Samad Z, Hakeem A, Mahmood SS, et al. A meta-analysis and systematic review of computed tomography angiography as a diagnostic triage tool for patients with chest pain presenting to the emergency department. *J Nucl Cardiol* 2012;19:364-76.

8. Shen WK, Sheldon RS, Benditt DG, et al. 2017 ACC/AHA/HRS Guideline for the evaluation and management of patients with syncope: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Circulation* 2017;136:e25-59.

9. Mebazaa A, Yilmaz MB, Levy P, et al. Recommendations of pre-hospital & early hospital management of acute heart failure: a consensus paper from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, the European Society of Emergency Medicine and the Society of Academic Emergency Medicine. *Eur J Heart Fail* 2015;17:544-58.

10. Ferro JM. Cardioembolic stroke: an update. *Lancet Neurol* 2003;2:177-88.

11. Iwataki M, Takeuchi M, Otani K, et al. Measurement of left atrial volume from transthoracic three-dimensional echocardiographic datasets using the biplane Simpson's technique. *J Am Soc Echocardiogr* 2012;25:1319-26.

12. Neumar RW, Shuster M, Callaway CW, et al. Part 1: executive summary: 2015 American Heart Association Guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2015;132(18 Suppl 2):S315-67.

13. Preston HM, Collins AS, Reed MJ, Connolly J. A description of echocardiography in life support use during cardiac

arrest in an Emergency Department before and after a training programme. *Eur J Emerg Med* 2015;22:426-9.

14. Ramjee V, Shreenivas S, Rame JE, Kirkpatrick JN, Jagasia D. Complete spontaneous left heart and aortic thromboses on extracorporeal membrane oxygenation support. *Echocardiography* 2013;30:E342-3.

15. Roffi M, Patrono C, Collet JP, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2016;37:267-315.

16. Rybicki FJ, Udelson JE, Peacock WF, et al. 2015 ACR/ACC/AHA/AATS/ACEP/ASNC/NASCI/SAEM/SCCT/SCMR/SCPC/SNMMI/STR/STS appropriate utilization of cardiovascular imaging in emergency department patients with chest pain: a joint document of the American College of Radiology Appropriateness Criteria Committee and the American College of Cardiology Appropriate Use Criteria Task Force. *J Am Coll Cardiol* 2016;67:853-79.

17. Rogers AM, Hermann LK, Booher AM, et al.; IRAD Investigators. Sensitivity of the aortic dissection detection risk score, a novel guideline-based tool for identification of acute aortic dissection at initial presentation: results from the international registry of acute aortic dissection. *Circulation* 2011;123:2213-8.

18. Cecconi M, Chirillo F, Costantini C, et al. The role of transthoracic echocardiography in the diagnosis and management of acute type A aortic syndrome. *Am Heart J* 2012;163:112-8.

19. Shiga T, Wajima Z, Apfel CC, Inoue T, Ohe Y. Diagnostic accuracy of transesophageal echocardiography, helical computed tomography, and magnetic resonance imaging for suspected thoracic aortic dissection: systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med* 2006;166:1350-6.

20. Erbel R, Aboyans V, Boileau C, et al.; ESC Committee for Practice Guidelines. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2014;35:2873-926.

21. Hiratzka LF, Bakris GL, Beckman JA, et al. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM Guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American

College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:e27-129.

22. Konstantinides SV, Torbicki A, Agnelli G, et al.; Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *Eur Heart J* 2014;35:3033-80.

23. Goldhaber SZ, Visani L, De Rosa M. Acute pulmonary embolism: clinical outcomes in the International Cooperative Pulmonary Embolism Registry. *Lancet* 1999;353:1386-9.

24. Casazza F, Becattini C, Bongarzone A, et al. Clinical features and short term outcomes of patients with acute pulmonary embolism. The Italian Pulmonary Embolism Registry (IPER). *Thromb Res* 2012;130:847-52.

25. Lim W, Le Gal G, Bates SM, et al. American Society of Hematology 2018 guidelines for management of venous thromboembolism: diagnosis of venous thromboembolism. *Blood Adv* 2018;2:3226-56.

26. Kirsch J, Brown RK, Henry TS, et al. ACR Appropriateness criteria acute chest pain-suspected pulmonary embolism. *J Am Coll Radiol* 2017;14(5 Suppl):S2-12.

27. Stein PD, Chenevert TL, Fowler SE, et al.; PIOPED III (Prospective Investigation of Pulmonary Embolism Diagnosis III) Investigators. gadolinium-enhanced magnetic resonance angiography for pulmonary embolism: a multicenter prospective study (PIOPED III). *Ann Intern Med* 2010;152:434-43.

28. Benson DG, Schiebler ML, Nagle SK, Francois CJ. Magnetic resonance imaging for the evaluation of pulmonary embolism. *Top Magn Reson Imaging* 2017;26:145-51.

29. Righini M, Van Es J, Den Exter PL, et al. Age-adjusted D-dimer cutoff levels to rule out pulmonary embolism: the ADJUST-PE study. *JAMA* 2014;311:1117-24.

30. Righini M, Ebadi RH, Elias A, et al.; CT-PE-Pregnancy Group. Diagnosis of pulmonary embolism during pregnancy: a multicenter prospective management outcome study. *Ann Intern Med* 2018;169:766-73.

31. D'Agostino C, Zonzin P, Enea I, et al. ANMCO Position Paper: long-term follow-up of patients with pulmonary thromboembolism. *Eur Heart J Suppl* 2017;19(Suppl D):D309-32.

32. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, et al. 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the Management of Arterial

Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2013;34:2159-219.

**33.** Levy D, Salomon M, D'Agostino RB, Belanger AJ, Kannel WB. Prognostic implications of baseline electrocardiographic features and their serial changes in subjects with left ventricular hypertrophy. *Circulation* 1994; 90:1786-93.

**34.** Perrone-Filardi P, Coca A, Galderisi M, et al. Non-invasive cardiovascular imaging for evaluating subclinical target organ damage in hypertensive patients: a consensus paper from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), the European Society of Cardiology Council on Hypertension, and the European Society of Hypertension (ESH). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2017;18:945-60.

**35.** Okin PM, Devereux RB, Jern S, et al. Regression of electrocardiographic left ventricular hypertrophy by losartan vs. atenolol: the Losartan Intervention for Endpoint reduction in Hypertension (LIFE) Study. *Circulation* 2003;108:684-90.

**36.** van den Born BH, Lip GY, Brguljan-Hitij J, et al. ESC Council on hypertension position statement on the management of hypertensive emergencies. *Eur Heart J Cardiovasc Pharmacother* 2019;5:37-46.

**37.** Goldstein SA, Evangelista A, Abbara S, et al. Multimodality imaging of diseases of the thoracic aorta in adults: from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. Endorsed by the Society of Cardiovascular Computed Tomography and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:119-82.

**38.** Wolk MJ, Bailey SR, Doherty JU, et al. ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2013 multimodality appropriate use criteria for the detection and risk assessment of stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol* 2014;63:380-406.

**39.** Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Asso-

ciation (HFA) of the ESC. *Eur J Heart Fail* 2016;18:891-975.

**40.** Luetkens JA, Homsy R, Dabir D, et al. Comprehensive cardiac magnetic resonance for short-term follow-up in acute myocarditis. *J Am Heart Assoc* 2016;5:e003603.

**41.** Riccio C, Gulizia MM, Colivicchi F, et al. Documento di consenso ANMCO/GI-CR-IACPR/SICI-GISE: La gestione clinica del paziente con cardiopatia ischemica cronica. *G Ital Cardiol* 2016;17:529-69.

**42.** Emond M, Mock MB, Davis KB, et al. Long-term survival of medically treated patients in the Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry. *Circulation* 1994;90:2645-57.

**43.** Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2013;34:2949-3003.

**44.** Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, et al.; American Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics – 2014 update: a report of the American Heart Association. *Circulation* 2014;129:e28-292

**45.** Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur Heart J* 2016;37:2893-962.

**46.** Longobardo L, Todaro MC, Zito C, et al. Role of imaging in assessment of atrial fibrosis in patients with atrial fibrillation: state-of-the-art review. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2014;15:1-5.

**47.** Caso P, D'Andrea A, Musto C, et al. Assessment of accessory atrioventricular pathways by Doppler myocardial imaging. *Echocardiography* 2002;19:373-81.

**48.** Piori SG, Blomstrom-Lundqvist C, Mazzanti A, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC), endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Eur Heart J* 2015;36:2793-867.

**49.** Doherty JU, Kort S, Mehran R, et al. ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2017 appropriate use criteria for multimodality imaging in valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology Appropriate Use Criteria Task Force, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Inter-

ventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol* 2017;70:1647-72.

**50.** Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, et al. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Interventional Radiology. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1475-97.

**51.** Patel MR, Spertus JA, Brindis RG, et al. ACCF proposed method for evaluating the appropriateness of cardiovascular imaging. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:1606-13.

**52.** Hendel RC, Lindsay BD, Allen JM, et al. ACC appropriate use criteria methodology: 2018 update. *J Am Coll Cardiol* 2018;71:935-48.

**53.** Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2014;129:e521-643.

**54.** Maragiannis D, Jackson MS, Flores-Arredondo JH, et al. Functional assessment of bioprosthetic aortic valves by CMR. *JACC Cardiovasc Imaging* 2016;7:785-93.

**55.** Kliger C, Eiros R, Isasti G, et al. Review of surgical prosthetic paravalvular leaks: diagnosis and catheter-based closure. *Eur Heart J* 2013;34:638-49.

**56.** Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), the European Association of Nuclear Medicine (EANM). *Eur Heart J* 2015;36:3075-128.

**57.** De Chiara B, Gerometta P. Novità (e conferme) dalle linee guida ESC 2015 sull'endocardite infettiva. *G Ital Cardiol* 2016;17:245-7.

**58.** Hyafil F, Rouzet F, Le Guludec D. Nuclear imaging for patients with a suspicion of infective endocarditis: be part of the team! *J Nucl Cardiol* 2017;24:207-11.

**59.** Jiménez-Ballvé A, Pérez-Castejón MJ, Delgado-Bolton RC, et al. Assessment of the diagnostic accuracy of <sup>18</sup>F-FDG PET/

CT in prosthetic infective endocarditis and cardiac implantable electronic device infection: comparison of different interpretation criteria. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2016;43:2401-12.

60. Imazio M, Pedrotti P, Quattrocchi G, et al. Multimodality imaging of pericardial diseases. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2016;17:774-82.

61. Adler Y, Charron P, Imazio M, et al. 2015 ESC Guidelines for the diagnosis and management of pericardial diseases: The Task Force for the Diagnosis and Management of Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: The European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 2015;36:2921-64.

62. Imazio M, Adler Y. Management of pericardial effusion. *Eur Heart J* 2013;34:1186-97.

63. Mutyaba AK, Balkaran S, Cloete R, et al. Constrictive pericarditis requiring pericardiectomy at Groote Schuur Hospital, Cape Town, South Africa: causes and perioperative outcomes in the HIV era (1990-2012). *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;148:3058-65.e1.

64. Jan MF, Tajik AJ. Modern imaging techniques in cardiomyopathies. *Circ Res* 2017;121:874-91.

65. Arbustini E, Narula N, Tavazzi L, et al. The MOGE(S) classification of cardiomyopathy for clinicians. *J Am Coll Cardiol* 2014;64:304-18.

66. Habib G, Bucciarelli-Ducci C, Caforio AL, et al. Multimodality imaging in restrictive cardiomyopathies: an EACVI expert consensus document in collaboration with the Working Group on myocardial and pericardial diseases of the European Society of Cardiology. Endorsed by the Indian

Academy of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2017;10:1090-121.

67. Baumgartner H, Bonhoeffer P, De Groot NM, et al. ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). *Eur Heart J* 2010;31:2915-57.

68. Burchill LJ, Huang J, Tretter JT, et al. Noninvasive imaging in adult congenital heart disease. *Circ Res* 2017;120:995-1014.

69. Khattab K, Schmidheiny P, Wustmann K, Wahl A, Seiler C, Schwerzmann M. Echocardiogram versus cardiac magnetic resonance imaging for assessing systolic function of subaortic right ventricle in adults with complete transposition of great arteries and previous atrial switch operation. *Am J Cardiol* 2013;111:908-913.

70. Tessa C, Del Meglio J, Salvatori L, Casolo G. T1 e T2 mapping: Nuove prospettive in risonanza magnetica cardiaca. *G Ital Cardiol* 2014;15:12-22.

71. Babu-Narayan SV, Giannakoulas G, Valente AM, Li W, Gatzoulis MA. Imaging of congenital heart disease in adults. *Eur Heart J* 2016;37:1182-95.

72. Plana JC, Galderisi M, Barac A, et al. Expert consensus for multimodality imaging evaluation of adult patients during and after cancer therapy: a report from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2014;27:911-39.

73. Zamorano JL, Lancellotti P, Rodriguez Munoz D, et al. 2016 ESC Position Paper on cancer treatments and cardiovascular toxicity developed under the auspices of the ESC Committee for Practice Guidelines: The Task Force for cancer treatments

and cardiovascular toxicity of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2016;37:2768-801.

74. Tarantini L, Gulizia MM, Di Lenarda A, et al. Documento di consenso AN-MCO/AICO/AIOM: Snodi clinico-gestionali in ambito cardioncologico. *G Ital Cardiol* 2017;18:14-66.

75. Piepoli MF, Hoes AV, Agewall S, et al. 2016 European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts). Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J* 2016;37:2315-81.

76. Anavekar NS, McMurray JJ, Velazquez EJ, et al. Relation between renal dysfunction and cardiovascular outcomes after myocardial infarction. *N Engl J Med* 2004;351:1285-95.

77. Maksimovic R, Seferović PM, Ristić AD, et al. Cardiac imaging in rheumatic diseases. *Rheumatology (Oxford)* 2006;45 Suppl 4:iv26-31.

78. Cauduro SA, Moder KG, Tsang TS, Seward JB. Clinical and echocardiographic characteristics of hemodynamically significant pericardial effusions in patients with systemic lupus erythematosus. *Am J Cardiol* 2003;92:1370-2.

79. Corrao S, Messina S, Pistone G, Calvo L, Scaglione, Licata G. Heart involvement in rheumatoid arthritis: systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2013;167:2031-8.