

Άρθρο Ανασκόπησης

Κατευθυντήριες Οδηγίες για τον Καρδιολογικό Έλεγχο Αθλητών

ΑΣΤΕΡΙΟΣ ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗΣ¹, ΑΡΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗΣ², ΛΟΪΖΟΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ³, ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΒΑΡΔΑΣ⁴, ΠΑΡΑΣΧΟΣ ΓΚΕΛΕΡΗΣ⁵, ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΟΥΔΕΒΕΝΟΣ⁶, ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΚΟΥΪΔΗ¹, ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΡΑΝΙΔΗΣ⁷, ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΡΕΜΑΣΤΙΝΟΣ⁸, ΙΩΑΝΝΗΣ ΛΕΚΑΚΗΣ⁸, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΠΟΜΠΟΤΗΣ⁹, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΑΡΧΑΡΙΔΗΣ¹⁰, ΒΛΑΣΙΟΣ ΠΥΡΓΑΚΗΣ¹¹, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΡΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗΣ¹², ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ ΣΤΕΦΑΝΑΔΗΣ², ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΤΥΛΙΑΔΗΣ¹⁰, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΧΑΧΑΛΗΣ¹³

¹Εργαστήριο Αθλητιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ²Α' Καρδιολογική Κλινική Πανεπιστημίου Αθηνών, Ιπποκράτειο Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών, ³Καρδιολογική Κλινική, Γενικό Νοσοκομείο Λευκωσίας, Κύπρος, ⁴Καρδιολογική Πανεπιστημιακή Κλινική, ΠΓΝ Κρήτης, ⁵Β' Προπαιδευτική Παθολογική Κλινική, Νοσοκομείο «Ιπποκράτειο», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ⁶Καρδιολογική Πανεπιστημιακή Κλινική, ΠΓΝ Ιωαννίνων, ⁷Καρδιολογική Κλινική, ΓΝΑ «Ο ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ», ⁸Β' Πανεπιστημιακή Καρδιολογική Κλινική, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο «ΑΤΤΙΚΟΝ», ⁹Β' Καρδιολογική Κλινική, Νοσοκομείο «ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ», Θεσσαλονίκη, ¹⁰Α' Καρδιολογική Κλινική, ΠΓΝ «ΑΧΕΠΑ», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ¹¹Καρδιολογική Κλινική, ΓΝΑ «Γεώργιος Γεννηματάς», Αθήνα ¹²Εργαστήριο Αθλητιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ¹³Παθολογική Κλινική, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Πατρών

Λέξεις ευρετηρίου:
Αιφνίδιος
καρδιακός θάνατος,
νεαροί αθλητές,
καρδιολογικός
έλεγχος.

Ημερ. παραλαβής
εργασίας:
5 Ιουλίου 2010
Ημερ. αποδοχής:
10 Σεπτεμβρίου 2010

Διεύθυνση
Επικοινωνίας:
Αστέριος Δεληγιάννης

Αγ. Σοφίας 26
546 24 Θεσσαλονίκη
e-mail: [stergios@med.
auth.gr](mailto:stergios@med.auth.gr)

Ο αιφνίδιος θάνατος ενός νέου στην ηλικία ατόμου είναι το πιο τραγικό γεγονός στον αθλητισμό. Αποτελεί ένα σημαντικό αθλητικό, πολιτικό, ιατρικό και κοινωνικό πρόβλημα με μεγάλη απήχηση στην κοινή γνώμη και στα μέσα μαζικής ενημέρωσης, καθώς το θλιβερό αυτό γεγονός αφορά άτομα που κατά βάση θεωρούνται απολύτως υγιή και συχνά αποτελούν πρότυπα προς μίμηση ή αντιμετωπίζονται ως ήρωες.

Παρά τα αποδεδειγμένα οφέλη της συστηματικής άσκησης, έχει περιγραφεί ένας αυξημένος κίνδυνος δυσάρεστων συμβαμάτων σε άτομα που συμμετέχουν κυρίως σε υψηλής έντασης σωματικές δραστηριότητες.¹⁻⁴ Υπάρχουν ενδείξεις ότι η εξαντλητική προσπάθεια πυροδοτεί μηχανισμούς που οδηγούν σε αιφνίδιο θάνατο.⁵⁻⁷ Ο αιφνίδιος θάνατος συμβαίνει είτε κατά τη διάρκεια είτε αμέσως μετά το πέρας της αθλητικής δραστηριότητας, επιβεβαιώνοντας το ότι η συμμετοχή στον

αγωνιστικό αθλητισμό ή σε υψηλής έντασης σωματική δραστηριότητα αυξάνει την πιθανότητα καρδιακής ανακοπής.⁸ Μάλιστα, έχει βρεθεί ότι οι έφηβοι και νέοι αθλητές έχουν 2,8 φορές αυξημένο κίνδυνο να πεθάνουν αιφνίδια συγκριτικά με τους αντίστοιχης ηλικίας νέους-μη αθλητές.⁹ Η σχέση όφελος-κίνδυνος διαφοροποιείται επίσης ανάλογα με την ηλικία, τη φυσική επάρκεια και την κατάσταση της υγείας του αθλητή.¹⁰ Οι υποκείμενες καρδιακές παθήσεις αποτελούν την πιο συχνή αιτία αιφνιδίου θανάτου κατά την άθληση.^{11,12} Στην Ευρώπη η συχνότητα εμφάνισης αιφνιδίου καρδιακού θανάτου σε νεαρά άτομα (ηλικίας <35 ετών) υπολογίζεται σε 2,1 περιπτώσεις ανά 100.000 αθλητές το έτος από καρδιαγγειακά αίτια και 2,3/100.000 αθλητές από οποιαδήποτε αιτία,⁹ ενώ στις ΗΠΑ εκτιμάται σε 0,96 ανά 100.000 αθλητές το έτος.¹³ Υποστηρίζεται ότι σε υγιείς ενήλικες >35 ετών δρομείς ή μαραθωνοδρόμους η συχνότητα

τα αιφνιδίου θανάτου σχετιζόμενου με την άθληση ανέρχεται από 1:15.000 ως 1:50.000.¹⁴ Φαίνεται να υπάρχει μια σημαντική υπεροχή των αρρένων έναντι των θηλέων (σχέση > 10:1), που αποδίδεται κυρίως στον ιδιαίτερα υψηλό αριθμό ανδρών που συμμετέχουν στον αγωνιστικό αθλητισμό και σε σωματικές δραστηριότητες υψηλής επιβάρυνσης.⁹ Επιπρόσθετα, το άρρεν φύλο έχει βρεθεί ότι αποτελεί ανεξάρτητο προγνωστικό παράγοντα αιφνιδίου καρδιακού θανάτου σχετιζόμενο με τον αθλητισμό, κυρίως λόγω της αυξημένης συχνότητας εμφάνισης και φαινοτυπικής έκφρασης των καρδιακών παθήσεων που σχετίζονται με αρρυθμίες και καρδιακή ανακοπή, όπως οι μυοκαρδιοπάθειες και η στεφανιαία νόσος.¹⁵

Αίτια- μηχανισμοί αιφνιδίου καρδιακού θανάτου σε αθλητές

Σε νέους στην ηλικία αθλούμενους (<35 ετών) οι πιο συχνές καρδιακές παθήσεις που οδηγούν σε αιφνίδιο θάνατο κατά την άθληση ή σε άλλες σοβαρές καρδιαγγειακές διαταραχές είναι η υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια και οι συγγενείς ανωμαλίες των στεφανιαίων αγγείων.^{8,11,12} Άλλες λιγότερο κοινές αιτίες αιφνιδίου θανάτου σε νεαρούς αθλητές είναι μια ποικιλία από συγγενείς καρδιοπάθειες, η μυοκαρδίτιδα, η διατακτικού τύπου μυοκαρδιοπάθεια, το σύνδρομο Marfan και η αρρυθμογόνος μυοκαρδιοπάθεια της δεξιάς κοιλίας (ARVC).^{8,11,12} Σπανιότερες διαταραχές είναι η πρόπτωση της μιτροειδούς βαλβίδας, η στένωση της αορτικής βαλβίδας, καθώς και οι αρρυθμίες, τα σύνδρομα προδιέγερσης και οι καναλοπάθειες.^{8,11,12} Αντίθετα, σε μεγαλύτερης ηλικίας αθλούμενους, η στεφανιαία νόσος αποτελεί την πιο συχνή αιτία αιφνιδίου καρδιακού θανάτου κατά την άσκηση.⁸

Ο παθοφυσιολογικός μηχανισμός που ευθύνεται συνήθως για τον αιφνίδιο καρδιακό θάνατο σε νεαρά άτομα στηρίζεται σε μια αλληλεπίδραση ανατομικών και λειτουργικών διαταραχών με αποτέλεσμα την απώλεια της ηλεκτρικής σταθερότητας του μυοκαρδίου.⁸ Η ίδια δηλαδή η σωματική άσκηση δεν αποτελεί την αιτία, αλλά πυροδοτεί συνήθως αρρυθμίες σε άτομα που έχουν κάποια καρδιακή πάθηση.⁸ Τέτοιο παθολογικό ανατομικό υπόστρωμα αποτελεί το ισχαιμικό μυοκάρδιο, το υπερτροφικό και το μυοκάρδιο με ανατομικές ανωμαλίες του ερεθισματογωγού συστήματος.^{8,16,17} Όταν στο υπόστρωμα αυτό εκδηλωθούν λειτουργικές ή μεταβολικές διαταραχές, όπως η παροδική εναλλαγή της έκτασης της ροής των στεφανιαίων αρτηριών, οξέωση, υπο-

ξεία, αιμοδυναμικές διαταραχές, νευροφυσιολογικές διαταραχές ή επίδραση τοξικών αιτιών, όπως φάρμακα, τότε εκδηλώνονται κοιλιακές έκτακτες συστολές, κοιλιακή ταχυκαρδία, κοιλιακή μαρμαρυγή και αιφνίδιος θάνατος.^{8,16-19} Ο παθοφυσιολογικός αυτός μηχανισμός εμφανίζεται πιο συχνά κάτω από την επίδραση της άσκησης, όταν μάλιστα υπάρχουν και ιδιαίτερες περιβαλλοντικές συνθήκες. Σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση επιπλοκών φαίνεται ότι παίζουν και οι χαρακτηριστές της άσκησης. Συγκεκριμένα, υψηλότερος είναι ο κίνδυνος σε άτομα που συμμετέχουν σε παρατεταμένες υψηλής έντασης προσπάθειες (υψηλότερες από το αναερόβιο κατώφλι) και ιδιαίτερα όταν συνυπάρχουν ηλεκτρολυτικές διαταραχές, υψηλή θερμοκρασία (θερμοκρασία ατμόσφαιρας $\geq 32^\circ \text{C}$ και σχετική υγρασία $\geq 50-75\%$) και όταν η άσκηση γίνεται σε μεγάλο υψόμετρο.²⁰⁻²²

Ο κίνδυνος για αιφνίδιο θάνατο είναι τετραπλάσιος σε άτομα με αυξημένη τη δράση στο καρδιαγγειακό σύστημα του συμπαθητικού νευρικού συστήματος.⁸ Οι ασκήσεις υψηλής έντασης διεγείρουν τη δράση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος και οδηγούν σε αύξηση του επιπέδου των κατεχολαμινών, οι οποίες αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης κοιλιακής ταχυκαρδίας, συγκέντρωσης αιμοπεταλίων και σχηματισμού θρόμβου ή ρήξης αθηρωματικής πλάκας.^{3,17,19} Οι κατεχολαμίνες βραχύνουν την ανεργέστη περίοδο του υγιούς ή/και του ελαφρά πάσχοντος μυοκαρδίου.^{8,19} Οι μηχανισμοί που οδηγούν σε δυνητικά κακοήθεις ή θανατηφόρες αρρυθμίες είναι ο μηχανισμός της αυξημένης αυτοματίας και ο μηχανισμός της πυροδοτούμενης δραστηριότητας. Έτσι, κατά τη διάρκεια μιας σωματικής δραστηριότητας ενίοτε εμφανίζονται διαμέσου της εκδήλωσης μηχανισμού επανεισόδου στο μυοκάρδιο δυνητικά κακοήθεις κοιλιακές έκτακτες συστολές.⁸

Αιφνίδιο θάνατο κατά την άθληση μπορεί να οδηγήσουν και μη καρδιακά αίτια, όπως κρίση βρογχικού άσθματος, ρήξη εγκεφαλικού ανευρύσματος, θερμοπληξία κ.ά.^{8,15} Επιπρόσθετα, θάνατοι αθλητών έχουν αναφερθεί από κατώσεις στον αυχένα²³ και στο στέρνο ή μετά από αιφνίδια έντονη πλήξη στην προκάρδια χώρα (commotio cordis).²⁴

Η κατάχρηση απαγορευμένων ουσιών από αθλητές οδηγεί συχνά στην εμφάνιση οξέων και χρόνιων καρδιαγγειακών επιπλοκών κατά την άσκηση.²⁵ Η μακροχρόνια κατάχρηση των αναβολικών, για παράδειγμα, έχει ενοχοποιηθεί για αρτηριακή υπέρταση, αρρυθμίες, στεφανιαία νόσο και αρκετούς αιφνίδιους καρδιακούς θανάτους νεαρών αθλητών.^{25,26} Οι περισσότερες χρησιμοποιούμενες φαρμακευτικές

ουσίες για doping είναι τα αναβολικά στεροειδή, η ερυθροποιητίνη, η αυξητική ορμόνη, φάρμακα που δρουν στο κεντρικό νευρικό σύστημα, όπως η κοκαΐνη, η κάνναβις, η εφεδρίνη, κ.ά.²⁵ Οι ουσίες αυτές αποσκοπούν στη βραχυπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη μεταβολή της αγωνιστικής διάθεσης ή ικανότητας, δίνοντας ένα αθέμιτο πλεονέκτημα στον αθλητή με παράλληλες καταστροφικές επιπτώσεις στην υγεία του. Η πλειονότητα των αθλητών λαμβάνει υπερβολικά μεγάλες ποσότητες, συνήθως συνδυασμού απαγορευμένων ουσιών, για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Άτομα που διάγουν καθιστική ζωή και συμμετέχουν περιστασιακά σε έντονες αθλητικές δραστηριότητες φαίνεται ότι έχουν αυξημένο κίνδυνο να εμφανίσουν ισχαιμικά επεισόδια ή αιφνίδιο καρδιακό θάνατο κατά τη διάρκεια ή και μετά από την άσκηση.^{1,27} Μάλιστα, ο αιφνίδιος καρδιακός θάνατος είναι συχνά η πρώτη εκδήλωση ατόμων με σιωπηλή ισχαιμία.^{5,27}

Πρωτόκολλο καρδιολογικού ελέγχου αθλητών

Η συστηματική μακροχρόνια γύμναση έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει στην προστασία της υγείας από την εκδήλωση μιας ποικιλίας παθήσεων, από όλα σχεδόν τα οργανικά συστήματα, μεταξύ των οποίων πρώτη θέση κατέχει το κυκλοφορικό. Έτσι, η σωματική δραστηριότητα με ήπια ένταση αλλά μακρόχρονη εφαρμογή οδηγεί σε μείωση της εμφάνισης εμφράγματος του μυοκαρδίου και αιφνιδίου θανάτου.^{1,8} Στόχος, λοιπόν, είναι να δοθούν οι κατάλληλες οδηγίες για να διασφαλιστούν τα οφέλη της γύμνασης και να μειωθεί ο κίνδυνος. Είναι επιτακτική η ορθή επιστημονική υποστήριξη του αθλητισμού για τη βελτίωση της σωματικής απόδοσης, τη διαφύλαξη της υγείας των αθλητών και την ταχεία αποκατάσταση ασκησιογενών διαταραχών. Ο στρατηγικός σχεδιασμός για τον περιορισμό των καρδιακών διαταραχών και κυρίως για την πρόληψη του αιφνιδίου καρδιακού θανάτου κατά την άθληση είναι:

- α) η καθιέρωση ειδικού, κοινού πρωτοκόλλου καρδιολογικού ελέγχου των αθλητών (ερασιτεχνών και επαγγελματιών) στη χώρα μας,
- β) η καθιέρωση διαγνωστικών κριτηρίων για τον καθορισμό του επιτρεπόμενου επιπέδου φυσικής δραστηριότητας αθλητών με καρδιαγγειακές παθήσεις,
- γ) ο εξοπλισμός των αγωνιστικών χώρων με έξυπνους αυτόματους απινιδωτές και η εκπαίδευση του προσωπικού σε πρώτες βοήθειες και
- δ) η αναζήτηση οικογενειών υψηλού κινδύνου για κληρονομικές καρδιακές παθήσεις.

Ο ορθός και πλήρης περιοδικός έλεγχος της υγείας των αθλητών συμβάλλει στην εντόπιση των διαταραχών από τα διάφορα οργανικά συστήματα και ιδιαίτερα από το καρδιαγγειακό, ώστε με την κατάλληλη αντιμετώπιση να μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του αιφνιδίου θανάτου.²⁸ Σε χώρες με μεγάλη ιατρική και αθλητική παράδοση έχουν θεσπιστεί πρωτόκολλα καρδιολογικού ελέγχου των αθλητών τους. Τόσο η Αμερικάνικη όσο και η Ευρωπαϊκή Καρδιολογική Εταιρεία έχουν δημοσιεύσει οδηγίες για τον καρδιολογικό έλεγχο των αθλητών που πρωταρχικό σκοπό έχουν τον εντοπισμό των αθλητών αυξημένου κινδύνου και την πρόληψη δυσάρεστων συμβαμάτων.^{15,29} Στα πρωτόκολλα αυτά υποδεικνύονται οι υποχρεωτικές διαγνωστικές μέθοδοι που συμπληρώνουν το ιστορικό και την απαραίτητη φυσική εξέταση των αθλητών. Ωστόσο, τα τελευταία έτη, τα αποτελέσματα μελετών που στηρίχθηκαν στις σχέσεις κόστους-αποτελέσματος των μέχρι τότε προτεινόμενων οδηγιών καρδιολογικού ελέγχου, οι αμφιβολίες για τη διαγνωστική αξία της ηχοκαρδιογραφίας σε οριακές περιπτώσεις, η υπερβολή στη χρησιμοποίηση διαγνωστικών μεθόδων και η συσχέτιση των διαταραχών από την καρδιά αθλητών ανάλογα με το τόπο καταγωγής τους (επίδραση κληρονομικότητας, περιβάλλοντος κ.ά.) οδήγησε πρόσφατα στη θέσπιση νέων κριτηρίων και χρησιμοποίηση πλέον αποτελεσματικών αλλά και εύκολα προσιτών διαγνωστικών μεθόδων.

Η Ομάδα Μελέτης της Αθλητικής Καρδιολογίας (Sports Cardiology Study Group) της Ευρωπαϊκής Καρδιολογικής Εταιρείας συνέγραψε και δημοσίευσε το 2005 οδηγίες για ένα κοινό Ευρωπαϊκό Πρωτόκολλο Καρδιολογικού Ελέγχου των αθλητών.¹⁵ Οι οδηγίες αυτές στηρίχθηκαν σε σημαντικό βαθμό στην 20ετή εμπειρία από τον αντίστοιχο έλεγχο που εφαρμόζεται στην Ιταλία, με βάση την ισχύουσα νομοθεσία, καθώς και στην εμπειρία εξειδικευμένων καρδιολόγων και αθλητιάτρων από διάφορες χώρες της Ευρώπης και έχουν γίνει αποδεκτές από τη Διεθνή Ολυμπιακή Επιτροπή.^{30,31}

Στηριζόμενοι, σε μεγάλο βαθμό, στις οδηγίες αυτές προτείνουμε την καθιέρωση ενός κοινού για όλες τις αθλητικές Ομοσπονδίες Πρωτοκόλλου Καρδιολογικού Ελέγχου όλων των αθλητών, ερασιτεχνών και επαγγελματιών, που αθλούνται στη χώρα μας. Απώτερος στόχος είναι η διατήρηση των ευρημάτων του καρδιολογικού ελέγχου σε ηλεκτρονική Ταυτότητα Υγείας των αθλητών, η οποία θα συμπληρώνεται περιοδικά και θα τους συνοδεύει σε όλη τη διάρκεια της αθλητικής διαδρομής τους και θα είναι

προσβάσιμη μόνον από εξουσιοδοτημένους ιατρούς των Συλλόγων, στη δύναμη των οποίων ανήκουν οι αθλητές. Σύμφωνα με το προτεινόμενο πρωτόκολλο (Εικόνα 1), ο έλεγχος υγείας των αθλητών πρέπει να περιλαμβάνει την προσεκτική λήψη του ατομικού και οικογενειακού-κληρονομικού ιστορικού, την πλήρη φυσική εξέταση (αναζήτηση ευρημάτων του συνδρόμου Marfan, ακρόαση του αθλητή σε ύπτια, καθιστή και όρθια θέση, ψηλάφηση των περιφερικών σφύξεων και σωστή μέτρηση της αρτηριακής πίεσης) και τη λήψη ΗΚΓ ηρεμίας 12-απαγωγών. Επί φυσιολογικών ευρημάτων, επιβάλλεται η επανάληψη του ελέγχου κάθε 1 ή 2 έτη.¹⁵

Ιατρικό ιστορικό

Η πλειονότητα των καρδιακών παθήσεων που σχετίζονται με αιφνίδιο καρδιακό θάνατο είναι γενετικά προκαθορισμένες με αυτοσωματικό επικρατούντα ή υπολειπόμενο χαρακτήρα, γεγονός που ενισχύει τη σημασία του κληρονομικού ιστορικού για τον εντοπισμό των αθλητών αυξημένου κινδύνου. Το οικογενειακό ιστορικό θεωρείται θετικό, όταν κάποιος μέλος της οικογένειας έχει εμφανίσει καρδιακό επεισόδιο ή αιφνίδιο θάνατο σε νεαρή ηλικία (<55 έτη άνδρας ή < 65 έτη γυναίκα), ή αν υπάρχει

ιστορικό μυοκαρδιοπάθειας, στεφανιαίας νόσου, συνδρόμου Marfan, καναλοπαθειών κ.ά. Το ατομικό ιστορικό θεωρείται θετικό όταν ο αθλητής αναφέρει συμπτώματα θωρακικού άλγους ή δυσφορίας κατά την άσκηση, συγκοπικό επεισόδιο, αίσθημα παλμών, δύσπνοια ή αναπνευστική δυσχέρεια και εύκολη κόπωση μη συμβατή με το επίπεδο της σωματικής προσπάθειας.¹⁵

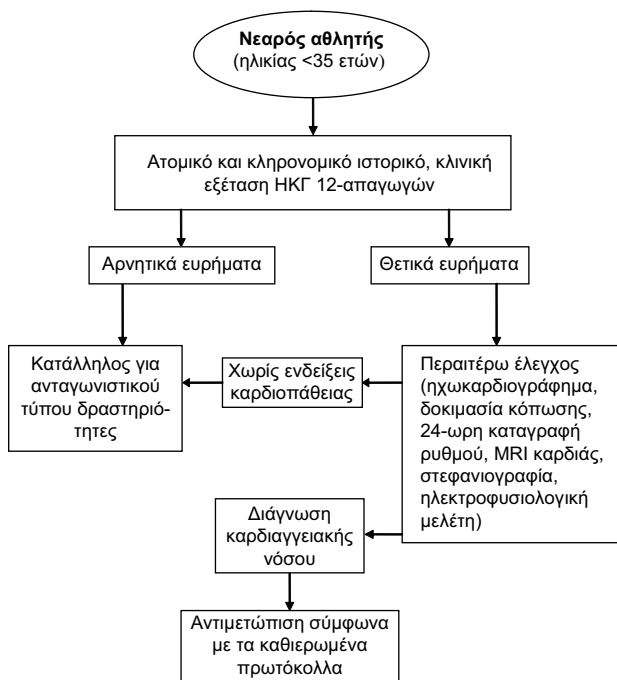
Κλινική εξέταση

Η φυσική εξέταση πρέπει να είναι λεπτομερής και να περιλαμβάνει όλα τα συστήματα. Η ακρόαση της καρδιάς πρέπει να γίνεται σε ύπτια και καθιστή θέση. Η λήψη της αρτηριακής πίεσης θα πρέπει να γίνεται σε καθιστή θέση και θα πρέπει να τηρούνται προσεκτικά οι καθιερωμένες οδηγίες, λόγω του αυξημένου ποσοστού υπέρτασης «λευκής μπλούζας» στους νεαρούς αθλητές.³² Θετικά ευρήματα περιλαμβάνουν μυοσκελετικές ή οφθαλμολογικές διαταραχές ενδεικτικές του συνδρόμου Marfan, ασθενείς ή μη ψηλαφητές σφύξεις των μηριαίων αρτηριών, μεσο-ή τελο-συστολικά κλικ, μονήρης 2ος τόνος ή διχασμός 2ου τόνου, έντονα φυσιόμετα (συστολικά ή διαστολικά $\geq 2/6$), αρρυθμίες και υπέρταση (>140/90 mmHg σε περισσότερες από μια μετρήσεις).¹⁵

Ηλεκτροκαρδιογράφημα

Το ηλεκτροκαρδιογράφημα ηρεμίας αποτελεί μια απλή μέθοδο με αυξημένη ευαισθησία και ειδικότητα (70% και 94% αντίστοιχα),³³ η οποία συμβάλλει σημαντικά στον εντοπισμό ασυμπτωματικών αθλητών που χρήζουν περαιτέρω ελέγχου.^{11,28,34} Ένα σύνηθες κλινικό πρόβλημα, κατά τον έλεγχο νεαρών στην ηλικία ατόμων αθλητών, είναι η διαφορική διάγνωση μεταξύ «φυσιολογικών» ευρημάτων από την καρδιά, που οφείλονται σε ανατομικές και λειτουργικές προσαρμογές του κυκλοφορικού συστήματος από την άσκηση και παθολογικών ευρημάτων που οφείλονται σε καρδιακά νοσήματα. Συχνά ηλεκτροκαρδιογραφικά ευρήματα των αθλητών που θεωρούνται «φυσιολογικά» και αποτέλεσμα της μακροχρόνιας προπόνησης είναι η φλεβοκομβική βραδυκαρδία, πρώτου βαθμού κολποκοιλιακός αποκλεισμός, ατελής αποκλεισμός δεξιού σκέλους, εικόνα πρώιμης επαναπόλωσης, μεταβολές του QRS ενδεικτικές υπερχωρικής της δεξιάς κοιλίας κ.ά.^{15,33,34}

Αντίθετα, ευρήματα από το ηλεκτροκαρδιογραφικό έλεγχο που θεωρούνται ύποπτα και χρήζουν



Εικόνα 1. Πρωτόκολλο καρδιολογικού ελέγχου αθλητών (μετάφραση μετά από άδεια από Corrado D, et al. Eur Heart J 2005; 26: 516-524).

περαιτέρω διερεύνηση είναι αρνητικά κύματα T, κατάσπαση του διαστήματος ST, παθολογικά κύματα Q, αριστερός ή δεξιός ηλεκτρικός άξονας, αριστερός οπίσθιος ημιαποκλεισμός, αριστερός πρόσθιος ημιαποκλεισμός, πλήρης αποκλεισμός αριστερού ή δεξιού σκέλους (LBBB ή RBBB), μακρύ ή βραχύ διάστημα QT και ευρήματα συμβατά με σύνδρομο Brugada (Πίνακας 1).^{15,33,34}

Σε μελέτες που ελέγχουν τη σχέση κόστους-αποτελέσματος στον καρδιολογικό έλεγχο των αθλητών διαπιστώθηκε ότι το ηλεκτροκαρδιογράφημα 12-απαγωγών αποτελεί την πλέον οικονομικά αποδοτική εξέταση συγκριτικά με το ιατρικό ιστορικό, την κλινική εξέταση καθώς και τον ηχοκαρδιογραφικό έλεγχο.^{35,36}

Περιορισμοί του καρδιολογικού ελέγχου αθλητών

Το 30% περίπου των περιπτώσεων που πεθαίνουν αιφνίδια δεν δύναται να εντοπιστούν από τον ιατρικό έλεγχο της υγείας των αθλητών, ακόμη και όταν αυτός περιλαμβάνει ηλεκτροκαρδιογραφικό έλεγχο.³⁷ Υπάρχουν ελάχιστες πιθανότητες να εντοπιστούν αθλητές με πρόωμη αθηρωμάτωση ή συγγενείς ανωμαλίες των στεφανιαίων.^{28,33,38} Υπολογίζεται όμως ότι περίπου το 25% αυτών των περιπτώσεων εμφανίζουν προειδοποιητικά συμπτώματα, συνήθως κατά την άσκηση, ή ηλεκτροκαρδιογραφικές διαταραχές κατά την ηρεμία ή/και την άσκηση, που θα μπορούσαν να θέσουν την υποψία καρδιακής πάθησης.^{15,39} Ο ηχοκαρδιογραφικός έλεγχος σε όλους τους αθλητές δεν έχει βρεθεί να βελτιώνει την ικανότητα του πρωτογενούς βασικού ελέγχου της υγείας να εντοπίσει αθλητές με υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια.⁴⁰ Αντίθετα, υποστηρίζεται ότι η εκτεταμένη χρήση της ηχοκαρδιογραφίας οδηγεί σε αύξηση των ψευδώς-θετικών ή ψευδώς-αρνητικών αποτελεσμάτων, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τον εντοπισμό αθλητών με υπερτροφία της αριστερής κοιλίας που βρίσκεται στη λεγόμενη «γκρίζα ζώνη».⁴¹⁻⁴³ Επίσης, η ηχοκαρδιογραφία έχει περιορισμένη διαγνωστική αξία σε αθλητές ηλικίας μικρότερης των 18 ετών, δεδομένου ότι και σε περιπτώσεις υπερτροφικής μυοκαρδιοπάθειας κατά την εφηβεία η υπερτροφία μπορεί να μην ξεπερνά τα ανώτερα φυσιολογικά επίπεδα.⁴⁴ Για ανάλογους λόγους περιορίζεται και η διαγνωστική αξία του ΗΚΓ κατά την παιδική ηλικία.⁴⁴

Ένα σύνηθες εύρημα που προκύπτει κατά τον έλεγχο της υγείας ενός αθλητή είναι η παρουσία προσαρμογών της καρδιάς του στη μακροχρόνια και εντατική προπόνηση. Το εύρημα αυτό, «αθλη-

τική καρδιά», δημιουργεί διαφοροδιαγνωστικά προβλήματα και ερωτηματικά αναφορικά με την απόφαση χορήγησης άδειας για άθληση ή με το επίπεδο επιτρεπόμενης σωματικής δραστηριότητας. Η μακροχρόνια άσκηση οδηγεί σε αύξηση της μάζας της αριστερής κοιλίας εξαιτίας είτε της αύξησης των διαστάσεων της αριστερής κοιλίας (ισοτονικές ασκήσεις), είτε της υπερτροφίας των τοιχωμάτων (ισομετρικού τύπου ασκήσεις) ή και των δύο.^{45,46} Το μέγεθος των καρδιακών προσαρμογών εξαρτάται από τους χαρακτήρες της φυσικής άσκησης που συμμετέχει ο κάθε αθλητής.^{45,46} Η διάκριση μεταξύ των ασκησιογενών αυτών προσαρμογών, της φυσιολογικής δηλαδή υπερτροφίας, η οποία υποχωρεί με τη διακοπή της ενασχόλησης με τον αθλητισμό, από αυτές των καρδιακών παθήσεων και της παθολογικής υπερτροφίας, έχει πολύ μεγάλη σημασία, γιατί η αναγνώριση καρδιακής νόσου σε έναν αθλητή αποτελεί κύριο περιοριστικό παράγοντα για τη συμμετοχή του στον αγωνιστικό αθλητισμό σε μια προσπάθεια μείωσης του κινδύνου. Παράλληλα, η εσφαλμένη διάγνωση καρδιακής νόσου σε έναν αθλητή μπορεί να τον οδηγήσει σε αποχώρησή του από τα αθλητικά δρώμενα, στερώντας του με αυτόν τον τρόπο τα ποικίλα οφέλη από τη συμμετοχή του. Χαρακτηριστικά παραδείγματα κλινικών διλημμάτων από την καρδιά κατά τον έλεγχο νεαρών αθλητών που βρίσκονται στην περιοχή μεταξύ «φυσιολογικού» και παθολογικού είναι η οριακή υπερτροφία των τοιχωμάτων της αριστερής κοιλίας (πάχος τοιχώματος μεσοκοιλιακού διαφράγματος 12-15 mm), η διάταση της δεξιάς κοιλίας, η υπέρμετρη βραδυκαρδία (<45 σφύξεις/λεπτό), η διάταση της αριστερής κοιλίας (τελοδιαστολική διάμετρος >55 mm), διαταραχές αγωγιμότητας (2ου βαθμού κολποκοιλιακός αποκλεισμός τύπου Wenchenbach ή σημαντικότερες), άλλες αρρυθμίες κ.ά.^{45,46} Επίσης, ιατρικούς προβληματισμούς δημιουργούν η ύπαρξη σε έναν αθλούμενο παθήσεων, όπως η πρόπτωση της μιτροειδούς βαλβίδας, το σύνδρομο Wolff Parkinson White, η μεσοκολπική επικοινωνία κ.ά., αναφορικά με τη χορήγηση ή μη της άδειας να συμμετέχει στον αγωνιστικό αθλητισμό ή ακόμη και σε σωματικές δραστηριότητες ψυχαγωγικού χαρακτήρα.⁴⁵

Ειδικότερος διαγνωστικός έλεγχος επί «παθολογικών» ευρημάτων

Σε περιπτώσεις που από τον βασικό καρδιολογικό έλεγχο διαπιστωθούν «παθολογικά» ευρήματα οι αθλητές θα πρέπει να υποβάλλονται σε ηχοκαρδιο-

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά ευρήματα στο ηλεκτροκαρδιογράφημα αθλητών, λόγω της παρουσίας καρδιαγγειακών νοσημάτων (μετάφραση μετά από Corrado D, et al. Eur Heart J 2005; 26: 516-524).

Καρδιαγγειακά Νοσήματα	QTc διάστημα	κύμα P	PR διάστημα	σύμπλεγμα QRS	ST διάστημα	κύμα T	Αρρυθμίες
Υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια	Φυσιολογικό	(Διάταση αριστερού κόλπου)	Φυσιολογικό	Αυξημένα δυναμικά στις αριστερές προκάρδιες απαγωγές, παθολογικά Q κύματα στο κατώτερο και πλάγιο τοίχωμα, (LBBB), (κύμα δέλτα)	Κατάσπαση- (ανάσπαση)	Αρνητικό στις αριστερές προκάρδιες απαγωγές (γιγάντια και αρνητικά στην υπερτροφία κορυφής)	Κολπική μαρμαρυγή, έκατατες κοιλιακές συστολές, (κοιλιακή ταχυκαρδία)
Αρρυθμιογόνος μυοκαρδιοπάθεια δεξιάς κοιλίας	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	παρατεταμένο > 110 ms στις δεξιάς προκάρδιες απαγωγές, κύμα εφίλον στις δεξιάς προκάρδιες απαγωγές, μειωμένο δυναμικό 0.5 mV στις πρόσθιο τοίχωμα, (RBBB)	Ανάσπαση στις δεξιάς προκάρδιες απαγωγές	Αρνητικό στις δεξιάς προκάρδιες απαγωγές	έκατατες κοιλιακές συστολές με μορφολογία LBBB (κοιλιακή ταχυκαρδία με μορφολογία LBBB)
Διατατική μυοκαρδιοπάθεια	Φυσιολογικό	(Διάταση αριστερού κόλπου)	παρατεταμένο (0.21 s)	LBBB	Κατάσπαση (Ανάσπαση)	Αρνητικό στο κατώτερο ή/και πλάγιο τοίχωμα	έκατατες κοιλιακές συστολές, (κοιλιακή ταχυκαρδία)
Σύνδρομο μακρού QT	Παρατεταμένο >440 ms στους άρρενες > 460ms στα θήλεα	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	Διφασικό σε όλες τις απαγωγές	(έκατατες κοιλιακές συστολές); (torsade de pointes)
Σύνδρομο Brugada	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	Παρατεταμένο 0.21 s	S1S2S3 (RBBB)	Ανάσπαση στις δεξιάς προκάρδιες απαγωγές	Αρνητικό στις δεξιάς προκάρδιες απαγωγές	(Πολυμορφική κοιλιακή ταχυκαρδία) (φλεβοκομβική βραδυκαρδία)
Νόσος του Lenegre	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	παρατεταμένο 0.21s	RBBB; RBBB; LBBB	Φυσιολογικό	Δευτεροπαθείς μεταβολές	(2ου ή 3ου βαθμού κολποκοιλιακός αποκλεισμός)
Σύνδρομο Βραχέως QT	Βραχύ <300 ms	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	Κολπική μαρμαρυγή, Πολυμορφική κοιλιακή ταχυκαρδία
Σύνδρομο προδιέγερσης (WPW)	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	Βραχύ<0.12s	κύμα δέλτα	Δευτεροπαθείς μεταβολές	Δευτεροπαθείς μεταβολές	Υπερκοιλιακή ταχυκαρδία, (Κολπική μαρμαρυγή)
Στεφανιαία νόσος	(Παρατεταμένο)	Φυσιολογικό	Φυσιολογικό	(παθολογικά κύματα O)	(κατάσπαση ή ανάσπαση)	Αρνητικά σε 2 απαγωγές	έκατατες κοιλιακές συστολές, (κοιλιακή ταχυκαρδία)

γραφικό έλεγχο, σε δοκιμασία κόπωσης, ή σε άλλες ειδικές αναίμακτες αρχικά εξετάσεις ανάλογα με τις ενδείξεις.¹⁵ Σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτείται και η διενέργεια αιματηρών εξετάσεων, όπως στεφανιογραφία, κοιλιογραφία, μυοκαρδιακή βιοψία ή ηλεκτροφυσιολογική μελέτη. Ο γονιδιακός έλεγχος επίσης είναι απαραίτητος στη διερεύνηση κληρονομικών καρδιακών νοσημάτων.⁴⁴

Αναλυτικότερα, στους αθλητές που από τον πρωτογενή υποχρεωτικό έλεγχο διαπιστώνεται η παρουσία παθολογικού ευρήματος από το κυκλοφορικό σύστημα ή διαφοροδιαγνωστικά προβλήματα ανάμεσα σε πιθανές ασκησιογενείς καρδιακές προσαρμογές και σε παθήσεις, προτείνονται ανάλογα οι εξής διαγνωστικές τεχνικές:^{15,29,34, 45-48}

1. Σε αθλητές με οργανικό καρδιακό φύσημα γίνεται ηχοκαρδιογραφικός-Doppler έλεγχος. Εάν από τον έλεγχο αυτό διαπιστωθεί ανατομική ανωμαλία από την καρδιά υποβάλλονται σε δοκιμασία κόπωσης, ακτινογραφία θώρακος και σε 24ωρη συνεχή καταγραφή του καρδιακού ρυθμού με τη μέθοδο Holter. Οι αθλητές με μέτριου ή σοβαρού βαθμού βλάβη υποβάλλονται σε διοισοφάγειο ηχοκαρδιογράφημα, μαγνητική τομογραφία καρδιάς ή ανάλογα με την κρίση του ιατρού και σε αιμοδυναμική μελέτη.
2. Σε αθλητές με ΗΚΓφικά ευρήματα υπερτροφίας των τοιχωμάτων της αριστερής κοιλίας γίνεται ηχοκαρδιογραφικός-Doppler έλεγχος, δοκιμασία κόπωσης και 24ωρη καταγραφή του καρδιακού ρυθμού (Holter monitoring).
3. Σε αθλητές με διαταραχές ρυθμού (>II κατά Lown), ο έλεγχος συνοδεύεται από ηχοκαρδιογραφική-Doppler μελέτη, δοκιμασία κόπωσης και 24ωρη καταγραφή καρδιακού ρυθμού (Holter monitoring).
4. Σε αθλητές με παραπληρωματικά δεμάτια και καναλοπάθειες, ο έλεγχος συνοδεύεται από βιοχημικό και ορμονικό έλεγχο, ηχοκαρδιογραφική-Doppler μελέτη, δοκιμασία κόπωσης και 24ωρη καταγραφή καρδιακού ρυθμού (Holter monitoring). Επί συμπτωματικών αθλητών (παροξυσμικές ταχυκαρδίες) ή και παρουσία ανατομικών καρδιακών ανωμαλιών απαιτείται ηλεκτροφυσιολογική μελέτη.
5. Σε αθλητές με διαταραχές αγωγιμότητας γίνεται ηχοκαρδιογραφική-Doppler μελέτη, δοκιμασία κόπωσης, 24ωρη καταγραφή του καρδιακού ρυθμού (Holter monitoring). Επί παρουσίας διαταραχών του συμπλέγματος QRS ή και ανατομικής καρδιακής ανωμαλίας, καθώς και δευτέρου βαθ-

μού κολποκοιλιακός αποκλεισμός και άνω διαταραχών υποβάλλονται σε ηλεκτροφυσιολογική μελέτη.

6. Σε αθλητές με λιποθυμικά επεισόδια γίνεται ηχοκαρδιογραφική-Doppler μελέτη, δοκιμασία κόπωσης, 24ωρη καταγραφή καρδιακού ρυθμού (Holter monitoring), καθώς και δοκιμασία ανάκλισης (tilt test). Επίσης, γίνεται πλήρης νευρολογική εξέταση.
7. Σε αθλητές που αιτώνται θωρακικού άλγους, ιδιαίτερα κατά την άσκηση, γίνεται πλήρης ηχοκαρδιογραφικός-Doppler έλεγχος, δοκιμασία κόπωσης, ακτινογραφία θώρακος, 24ωρη συνεχής καταγραφή του ΗΚΓ (Holter monitoring). Επί αμβολιών διενεργείται δυναμικός ραδιοϊσοτοπικός έλεγχος του μυοκαρδίου, πολυτομική αξονική τομογραφία (MCCT), μαγνητική τομογραφία καρδιάς ή/και στεφανιογραφικός έλεγχος.
8. Σε αθλητές με μικρού ή ήπιου βαθμού αρτηριακή υπέρταση κατά την πρώτη μέτρηση, αυτή επαναλαμβάνεται μετά από ηρεμία του αθλητή μετά μισή ώρα και την επόμενη ημέρα. Επί επιμονής γίνεται ηχοκαρδιογραφικός-Doppler έλεγχος, 24ωρη συνεχής καταγραφή της αρτηριακής πίεσης με φορητή συσκευή και δοκιμασία κόπωσης. Επί εμμονής των ευρημάτων ή επί σοβαρού βαθμού αρτηριακής υπέρτασης υποβάλλεται σε ειδικό έλεγχο (ορμονικός έλεγχος, νεφρόγραμμα κ.λπ).

Συμπερασματικά, κρίνεται απαραίτητος ο καρδιολογικός έλεγχος των αθλητών, καθώς συμβάλλει σημαντικά στην πρόληψη των δυσάρεστων επιπλοκών κατά την άσκηση και στη μείωση του αιφνίδιου καρδιακού θανάτου. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τα στατιστικά δεδομένα της Ιταλίας, όπου παρατηρήθηκε μια μείωση κατά 89% των περιστατικών αιφνίδιου θανάτου των αθλητών την περίοδο που καθιερώθηκε ο υποχρεωτικός καρδιολογικός έλεγχός τους.²⁸

Στόχος του καρδιολογικού ελέγχου των αθλητών δεν είναι ο αποκλεισμός τους από την άσκηση, αλλά κυρίως η παροχή συμβουλών για τους χαρακτήρες της άσκησης ώστε να είναι κατάλληλη, ωφέλιμη και ακίνδυνη, καθώς και η πρόληψη επιπλοκών σε οριακές δραστηριότητες. Αυτό προϋποθέτει την καθιέρωση σαφών κριτηρίων αναφορικά με το επιτρεπόμενο επίπεδο σωματικής δραστηριότητας ανάλογα κατά περίπτωση.

Βιβλιογραφία

1. Albert CM, Mittleman MA, Chae CU, Lee IM, Hennekens CH, Manson JE. Triggering of sudden death from cardiac

- causes by vigorous exertion. *N Engl J Med.* 2000; 343: 1355-1361.
2. Kohl HWd, Powell KE, Gordon NF, Blair SN, Paffenbarger RS Jr. Physical activity, physical fitness, and sudden cardiac death. *Epidemiol Rev.* 1992; 14: 37-57.
 3. Willich SN, Maclure M, Mittelman M, Arntz H-R, Muller JE. Sudden cardiac death: support for a role of triggering in causation. *Circulation* 1993; 87: 1442-1450.
 4. Paterson DJ. Antiarrhythmic mechanisms during exercise. *J Appl Physiol.* 1996; 80: 1853-1862.
 5. Siscovick DS, Weiss NS, Fletcher RH, Schoenbach VJ, Wagner EH. Habitual vigorous exercise and primary cardiac arrest: effect of other risk factors on the relationship. *J Chronic Dis.* 1984; 37: 625-631.
 6. Curfman GD. Is exercise beneficial – or hazardous – to your heart? *N Engl J Med.* 1993; 239: 1730-1731.
 7. Lakka TA, Venäläinen JM, Rauramaa R, Salonen R, Tuomilehto J, Salonen JT. Relation of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness to the risk of acute myocardial infarction in men. *N Engl J Med* 1994; 330: 1549-1554.
 8. Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, et al; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; American Heart Association Council on Clinical Cardiology; American College of Sports Medicine. Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation.* 2007; 115: 2358-2368.
 9. Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *J Am Coll Cardiol.* 2003; 42: 1959-1963.
 10. Maron BJ. The paradox of exercise. *N Engl J Med.* 2000; 343: 1409-1411.
 11. Corrado D, Basso C, Thiene G. Essay: Sudden death in young athletes. *Lancet* 2005; S47-S48.
 12. Maron, B.J. Sudden death in young athletes. *New Engl J Med.* 2003; 349: 1064-1075.
 13. Maron BJ, Haas TS, Doerer JJ, Thompson PD, Hodges JS. Comparison of U.S. and Italian experiences with sudden cardiac deaths in young competitive athletes and implications for preparticipation screening strategies. *Am J Cardiol.* 2009; 104: 276-280.
 14. Corrado D, Migliore F, Basso C, Thiene G. Exercise and the risk of sudden cardiac death. *Herz.* 2006; 31:553-558.
 15. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus statement of the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2005; 26: 516-524.
 16. Hoberg E, Schuler G, Kunze B, et al. Silent myocardial ischemia as a potential link between lack of premonitoring symptoms and increased risk of cardiac arrest during physical stress. *Am J Cardiol.* 1990; 65: 583-589.
 17. Burke AP, Farb A, Malcom GT, Liang Y, Smialek JE, Virmani R. Plaque rupture and sudden death related to exertion in men with coronary artery disease. *JAMA.* 1999; 281: 921-926.
 18. Sejersted OM, Sjogaard G. Dynamics and consequences of potassium shifts in skeletal muscle and heart during exercise. *Physiol Rev.* 2000; 80: 1411-1481.
 19. Peronnet F, Cleroux J, Perrault H, Cousineau D, de Champlain J, Nadeau R. Plasma norepinephrine response to exercise before and after training in humans. *J Appl Physiol.* 1981; 51: 812-815.
 20. Northcote RJ, Evans AD, Ballantyne D. Sudden death in squash players. *Lancet.* 1984; 1: 148-150.
 21. Bernard TE. Environmental considerations: Heat and cold. ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. The American College of Sports Medicine. Williams & Wilkins, third edition 1998, pp 206-214.
 22. Wyss CA, Koepfli P, Fretz G, Seebauer M, Schirlo C, Kaufmann PA. Influence of altitude exposure on coronary flow reserve. *Circulation.* 2003; 108: 1202-1207.
 23. Rontoyannis GP, Pahtas G, Dinis D, Pournaras N. Sudden death of a young wrestler during competition. *Int J Sports Med.* 1988; 9: 353-355.
 24. Maron BJ, Gohman TE, Kyle SB, Estes NAM, Link MS. Clinical profile and spectrum of commotio cordis. *JAMA* 2002; 287: 1142-1146.
 25. Deligiannis A, Björnstad H, Carre F, et al; ESC Study Group of Sports Cardiology ESC study group of sports cardiology position paper on adverse cardiovascular effects of doping in athletes. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2006; 13: 687-694.
 26. Furlanello F, Serdoz LV, Cappato R, De Ambroggi L. Illicit drugs and cardiac arrhythmias in athletes. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2007; 14: 487-494.
 27. Corrado D, Basso C, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden cardiac death? *J Cardiovasc Med.* 2006; 7: 228-233.
 28. Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thieve G. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA.* 2006; 296: 1593-1601.
 29. Maron BJ, Thompson PD, Ackerman MJ, et al. Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: endorsed by the American College of Cardiology Foundation. *Circulation.* 2007; 115: 1643-455.
 30. Bille K, Figueiras D, Schamasch P, et al. Sudden cardiac death in athletes: the Lausanne Recommendations. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2006; 13: 859-875.
 31. Ljungqvist A, Jenoure PJ, Engebretsen L, et al. The International Olympic Committee (IOC) consensus statement on periodic health evaluation of elite athletes, March 2009. *Clin J Sport Med.* 2009; 19: 347-365.
 32. Kouidi E, Fahadidou-Tsiligiorglou A, Tassoulas E, Deligiannis A, Coats A. White coat hypertension detected during screening of male adolescent athletes. *Am J Hypertens.* 1999; 12: 223-226.
 33. Perez M, Fonda H, Le VV, et al. Adding an electrocardiogram to the pre-participation examination in competitive athletes: a systematic review. *Curr Probl Cardiol.* 2009; 34: 586-662.
 34. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, et al; on behalf of the Sections of Sports Cardiology of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation; and the Working Group of Myocardial and Pericardial Disease of the European Society of Cardiology. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J.* 2010; 31: 243-259.
 35. Fuller CM. Cost-effectiveness analysis of screening of high

- school athletes for risk of sudden cardiac death. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32: 887-890.
36. Tanaka Y, Yoshinaga M, Anan R, et al. Usefulness and cost effectiveness of cardiovascular screening of young adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38: 2-6.
 37. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation.* 2009; 119: 1085-1092.
 38. Basso C, Maron BJ, Corrado D, Thiene G. Clinical profile of congenital coronary artery anomalies with origin from the wrong aortic sinus leading to sudden death in young competitive athletes. *J Am Coll Cardiol.* 2000; 35: 1493-1501.
 39. Corrado D, Basso C, Poletti A, Angelini A, Valente M, Thiene G. Sudden death in the young: is coronary thrombosis the major precipitating factor? *Circulation.* 1994; 90: 2315-2323.
 40. Corrado D, Basso C, Schiavon M, et al. Screening for hypertrophic cardiomyopathy in young athletes. *New Engl J Med.* 1998; 339: 364-369.
 41. Maron BJ. Structural features of the athlete heart as defined by echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 1986; 7: 190-203.
 42. Maron BJ, Spirito P, Wesley Y, Arce J. Development and progression of left ventricular hypertrophy in children with hypertrophic cardiomyopathy. *N Engl J Med.* 1986; 315: 610-614.
 43. Sharma S, Maron BJ, Whyte G, Firoozi S, Elliott PM, McKenna WJ. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 40: 1431-1436.
 44. Maron BJ, Niimura H, Casey SA, et al. Development of left ventricular hypertrophy in adults in hypertrophic cardiomyopathy caused by cardiac myosin-binding protein C gene mutations. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 315-321.
 45. Maron BJ, Pelliccia A. The heart of trained athletes: cardiac remodelling and the risks of sports, including sudden death. *Circulation.* 2006; 114: 1633-1644.
 46. Lauschke J, Maisch B. Athlete's heart or hypertrophic cardiomyopathy? *Clin Res Cardiol.* 2009; 98: 80-88.
 47. Maron BJ, Zipes DP. 36th Bethesda Conference: recommendations for determining eligibility for competition in athletes with cardiovascular abnormalities: *J Am Coll Cardiol.* 2005; 45: 1373-1375.
 48. Pelliccia A, Fagard R, Bjornstad HH, et al. Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease: a consensus document from the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2005; 26: 1422-1445.