

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislaufkrankungen

Empfehlungen für den internistischen Untersuchungsgang in der Sportmedizin

Pokan R, Gabriel H, Hörtnagl H

Podolsky A, Vonbank K, Wonisch M

für die AG Kardiologische

Rehabilitation und

Sekundärprävention der ÖKG und die

AG für theoretische und klinische

Leistungsmedizin der

Universitätslehrer Österreichs

Journal für Kardiologie - Austrian

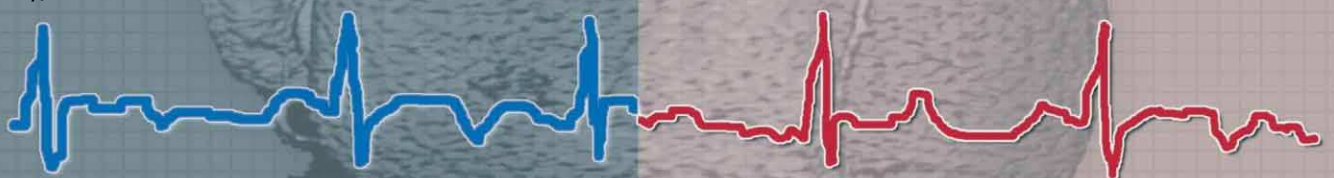
Journal of Cardiology 2009; 16

(11-12), 404-411

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**



Indexed in EMBASE/Excerpta Medica/SCOPUS

www.kup.at/kardiologie

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031105M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

Empfehlungen für den internistischen Untersuchungsgang in der Sportmedizin*

R. Pokan, H. Gabriel, H. Hörtnagl, A. Podolsky, K. Vonbank, M. Wonisch

Für die AG Kardiologische Rehabilitation und Sekundärprävention der ÖKG: H. Bailer, W. Benzer, D. Brand, A. Gaßner, M. Klicpera, R. Kurz, H. Laimer, C. Marko, J. Niebauer, P. Schmid, R. Schmoliner, K. Schmoll, H. Schwann, J. Sykora, H. Teubl, E. Wiesinger

Für die AG für theoretische und klinische Leistungsmedizin der Universitätslehrer Österreichs:
A. Aigner, P. Baumgartl, W. Benzer, P. Haber, G. Neumayr, J. Niebauer, E. Raas, P. Schmid, B. Semenitz

Kurzfassung: Sinn einer sportmedizinischen Basisuntersuchung ist es, aus einem Sport treibenden Gesamtkollektiv die Personen herauszufiltern, für die körperliche Aktivität ein erhöhtes Risiko darstellt. Sie dient außerdem dazu, bei Gesunden wie chronisch Kranken vor Beginn eines Trainings oder Rehabilitationsprogramms die Belastbarkeit festzustellen, um dann ein gezieltes Training zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit empfehlen zu können. Die Untersuchung beinhaltet eine sorgfältige Erhebung von Anamnese, Trainingsanamnese, klinisch-physikalischem Status, 12-Ableitungs-EKG in Ruhe und unter maximaler Belastung. Die Durchfüh-

rung von weiterführenden Untersuchungen ist von der Fragestellung und dem Ergebnis der Basisuntersuchung abhängig. Empfehlungen für die Trainingstherapie ergeben sich aus dem Ergometriebefund, ggf. Herzfrequenz- oder Laktat-Diagnostik bzw. Atemgasanalyse.

Abstract: Recommendations for the Internistic Examination Procedure in Sports Medicine. A sports-medical examination serves the purpose of filtering out individuals for whose health physical activity poses a threat. It also serves the purpose of determining physical resilience in chronically sick patients before initiating a training or rehabilitation program, to be able to prescribe a specific training to improve physical performance. The examination includes a person's medical and exercise history, clinical-physical examination, 12-lead-ECG and a maximal stress test. Blood analysis, or further examinations depend on the result of the basic examination. Recommendations for an exercise training therapy are always based on the results of a maximal stress test, which may be performed as an ergometry or supplemented by measurement of blood lactate, heart rate and respiratory gas exchange measures. **J Kardiol 2009; 16: 404–11.**

ing a training or rehabilitation program, to be able to prescribe a specific training to improve physical performance. The examination includes a person's medical and exercise history, clinical-physical examination, 12-lead-ECG and a maximal stress test. Blood analysis, or further examinations depend on the result of the basic examination. Recommendations for an exercise training therapy are always based on the results of a maximal stress test, which may be performed as an ergometry or supplemented by measurement of blood lactate, heart rate and respiratory gas exchange measures. **J Kardiol 2009; 16: 404–11.**

■ Einleitung

Der positive Effekt regelmäßig durchgeführter körperlicher Aktivität auf die Gesundheit ist unbestritten und mit hoher wissenschaftlicher Evidenz belegt [1–4]. Regelmäßige körperliche Aktivität bzw. körperliches Training verringert sowohl in der Primär- als auch in der Sekundärprävention Morbidität und Mortalität und verbessert die Lebensqualität [5–8].

Das Risiko von körperlicher Aktivität mit moderater aber auch höherer Intensität ist im Allgemeinen bei Gesunden sehr gering. Bei Menschen mit latenten oder manifesten Herz-erkrankungen nimmt das kardiovaskuläre Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko während und unmittelbar nach Belastung zu. Dabei stehen bei jüngeren Personen angeborene Herz-erkrankungen als Ursache an erster Stelle [9, 10], bei Personen über 35 Jahre vor allem erworbene Herz-erkrankungen, die in Zusammenhang mit körperlicher Aktivität zum Tod führen können [11–15]. Corrado et al. [16, 17] konnten zeigen, dass die Inzidenz des plötzlichen nicht-traumatischen Todes in Zusammenhang mit körperlicher Aktivität bei einer jungen (unter 35 Jahre) Wettkampfsport treibenden Population um das 2,35-Fache gegenüber der Normalbevölkerung erhöht ist, die sportmedizinische Untersuchung aber durch Selektion und ggf. Therapie von Personen mit Risikokonstellationen dieses erhöhte Risiko wieder reduzieren kann [9, 10, 18].

* Vorstandsbeschluss der Österreichischen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention vom 09.10.2009.

Eingelangt nach Überarbeitung und angenommen am 06. Oktober 2009.
Aus der Abteilung Sportphysiologie, Institut für Sportwissenschaft der Universität Wien

Korrespondenzadresse: ao. Univ.-Prof. Dr. Rochus Pokan, Abteilung Sportphysiologie, Institut für Sportwissenschaft, Universität Wien, A-1150 Wien, Auf der Schmelz 6a; E-Mail: rochus.pokan@univie.ac.at

Aus diesem Grund sollte eine internistisch fundierte sportmedizinische Untersuchung, wie sie für Sportler und Sportlerinnen ab dem 18. Lebensjahr empfohlen wird, zumindest einmal jährlich bzw. vor ungewohnten körperlichen Belastungen obligat sein.

■ Obligatorische Untersuchungen

Anamnese

Athleten, Hobbysportler, Gesundheitssportler und Patienten haben unterschiedliche Beweggründe, eine sportmedizinische Untersuchung in Anspruch zu nehmen. Anders als bei üblichen ärztlichen Untersuchungen nimmt bei der sportärztlichen Untersuchung die Beratung einen größeren Stellenwert ein. Sporttreibende und Patienten kommen oft nicht nur wegen konkreter Beschwerden zum Arzt, sondern erwarten sich Information über den eigenen körperlichen Trainingszustand, die für sie am besten geeignete Sportart und darüber, ob und wie Wohlbefinden, Gesundheitszustand oder Leistungsfähigkeit verbessert werden können. Daher sollten in einer sportmedizinischen Anamnese folgende Punkte erfragt werden [19, 20]:

1. Grund der Untersuchung: Da eine sportmedizinische Untersuchung aus unterschiedlichen Beweggründen durchgeführt wird, sollten diese erfragt werden, um die der Untersuchung folgenden Maßnahmen darauf abstimmen zu können.
2. Aktuelle und frühere gesundheitliche Probleme, Operationen, Unfälle, Verletzungen, bekannte Allergien, deren Verlauf und Behandlung und deren aktueller Stand. Ebenso bekannte Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen, wie Fettstoffwechselstörungen, Diabetes mellitus, arterielle Hypertonie.
3. Beschwerden bei oder in Zusammenhang mit körperlicher Belastung: Solche könnten auf diverse Erkrankungen oder Überlastungserscheinungen hinweisen. Insbesondere soll-

te auf Symptome geachtet werden, die auf das Vorliegen kardialer Erkrankungen hinweisen könnten. Das sind:

- a. Ungewöhnliche Dyspnoe bei geringen Belastungen oder in Zusammenhang mit Belastung, aber auch Dyspnoe nach Belastung. Obwohl diese keinen pathologischen Hintergrund haben müssen, könnten Erstere auf kardio-zirkulatorische, pulmonale oder konditionelle Probleme hinweisen, während Letztere an ein belastungsinduziertes Asthma bronchiale denken lassen sollten. In diesem Zusammenhang wäre auch zu erfragen, ob die Dyspnoe eher inspiratorisch oder expiratorisch auftritt.
 - b. Schwindel, Benommenheit, Palpitationen oder Tachykardien während oder in Zusammenhang mit Belastung könnten auf Rhythmusstörungen, Herzinsuffizienz aber auch Hypertonie oder zerebrovaskuläre Insuffizienz hinweisen. Sie treten auch als Symptome einer arrhythmogenen rechtsventrikulären Dysplasie (ARVD) oder hypertrophen Kardiomyopathie (HCM) auf, die häufige Gründe von plötzlichem Herztod bei jungen Athleten sind [21].
 - c. Synkopen in Zusammenhang mit Belastung. Dies können ebenfalls Schlüsselsymptome einiger angeborener Herzerkrankungen (ARVD, HCM, Aortenstenose) sein [22]. Bei Synkopen sollten vor allem Zeitpunkt und Umstände ihres Auftretens erfragt werden. Während Synkopen, die unmittelbar nach Belastung auftreten, manchmal auch in Zusammenhang mit großer Hitze bzw. Flüssigkeitsverlust, eher auf vasovagale Mechanismen hinweisen, sind Synkopen, die während der Belastung auftreten möglicherweise ein Symptom einer ernsthaften kardialen oder zerebralen Erkrankung und bedürfen einer genaueren Abklärung.
 - d. Thoraxschmerzen während Belastung, die im Sinne von Stenokardien auf eine Herzgefäßerkrankung oder eine Klappenerkrankung hinweisen. Je nach Lokalisation und Atemabhängigkeit könnten auch knöcherner Thorax, Wirbelsäule oder Pleura für belastungsinduzierte Thoraxschmerzen verantwortlich sein. Bekannt ist, dass Beschwerden stenokardiformer Ausprägung manchmal auch in anderen Regionen, wie Oberbauch, Armen, Hals, Nacken und Unterkiefer, auftreten.
4. Frage, ob nahe Verwandte am plötzlichen Herztod verstorben sind und allgemein nach dem Vorkommen von kardiovaskulären, metabolischen Erkrankungen oder deren Risikofaktoren in der engeren Familie.
 5. Beschwerden des Bewegungsapparates, die bei der Ausübung von sportlichen oder körperlichen Aktivitäten mitunter hinderlich sind oder auf Systemerkrankungen hinweisen (rheumatischer Formenkreis).
 6. Frage nach Konsum von Nikotin, Alkohol, Nahrungsergänzungsmitteln und Medikamenten.
 7. Frage nach der Ernährung und den Trinkgewohnheiten generell und in Zusammenhang mit körperlicher Belastung. In diesem Zusammenhang auch Frage nach dem Gewichtsverlauf im Erwachsenenalter und dessen Schwankungen, die auf Essverhaltensstörungen hinweisen könnten.
 8. Bei Frauen Frage nach Menarche, Menstruation, vergangenen Schwangerschaften und möglicher aktueller Schwangerschaft, Menopause, Einnahme von Ovulationshemmern oder anderer Hormonpräparate.

9. Trainingsanamnese: Um den Leistungszustand einschätzen zu können, ist die Erhebung der bisherigen körperlichen Aktivität in Sport, Beruf und Alltag vorrangig. Die körperliche Aktivität sollte nach Art, Häufigkeit, Umfang, Intensität und Dauer beschrieben werden. Wichtig ist auch zu erheben, seit wann sie durchgeführt wird und mit welchem Ziel. Häufige Ziele sind neben sportlichen Leistungen Gewichtsabnahme, äußeres Erscheinungsbild, Gesundheit, Wohlbefinden und Wiedererreichen der Leistungsfähigkeit nach Krankheit.

Anamnesebogen zum selbständigen Ausfüllen durch die Sportler siehe: www.kup.at/kardiologie

Klinische Untersuchung

- Obligat: Größe, Gewicht, Berechnung des Body-Mass-Index (BMI); optional: Messung des Bauchumfangs und gegebenenfalls des Körperfettanteils.
- Erfassung eventuell vorliegender Hör- oder Sehstörungen, Begutachtung von Kopf und Hals, Gebiss, Tonsillen, Mundschleimhaut und Skleren. Palpation der Schilddrüse und Halslymphknoten.
- Sorgfältige Auskultation von Herz und Lunge unter besonderer Beachtung von abweichenden Herztonen oder dem Vorhandensein von Herzgeräuschen mit oder ohne Fortleitung in die Umgebung. Ebenso Beurteilung des Atemgeräusches über allen Abschnitten der Lunge und eventueller Nebengeräusche oder Abschwächung des Atemgeräusches.
- Palpation und Auskultation von Karotiden, Bauchaorta und Femoralarterien.
- Palpation des Abdomens in Hinblick auf Organvergrößerungen, Resistenzen, Schmerzen, Darmgeräuschen.
- Begutachtung der Beine auf Ödeme, Varizen, Hautveränderungen.
- Suche nach Hinweisen auf Bindegewebsschwäche (Marfan-Syndrom, Ehlers-Danlos-Syndrom).
- Auch im Rahmen einer internistischen Begutachtung erscheint die grobe Inspektion des Bewegungsapparates notwendig, um eventuell vorliegende Einschränkungen bei der Ausübung der gewünschten Aktivität zu erkennen [23, 24]. Im Liegen: Hüftflexion, Hüft-Innen- und -Außenrotation. Im Stehen: Begutachtung von vorne, hinten und der Seite auf Symmetrie und Haltung, Begutachtung der Beinachsen und der Fußstellung im Normal- und im Zehenstand. Schürzen und Nackengriff zur Beurteilung der Schultergürtelbeweglichkeit. Begutachtung in tiefer Hocke zur groben Beurteilung der Funktion der großen Gelenke und Motorik. Begutachtung des Rückens in Vorbeugung zur groben Beurteilung der Beweglichkeit (Finger-Boden-Abstand) und möglichen Identifikation einer Skoliose.

Blutdruck

Der Blutdruckmessung kommt im internistischen Untersuchungsgang besondere Bedeutung zu, da ein erhöhter Blutdruck einerseits lange symptomlos bleibt und erst nach mehrjährigem Krankheitsverlauf meist uncharakteristische Beschwerden auftreten, andererseits aber 20 % der Gesamtbe-

Tabelle 1: Definition und Klassifikation von Blutdruckbereichen und Blutdruckmanagement [19, 25, 26].

Klassifikation	Systolisch (mm/Hg)	Diastolisch (mm/Hg)	Lebensstilmodifikation	Initial-Pharmakotherapie
optimal	< 120	< 80	bei Bedarf	Nein
normal	< 130	< 85	bei Bedarf	Nein
hochnormal	< 140	< 90	Ja	Nein* (vorerst BD-Kontrolle)
Schweregrad 1	< 160	< 100	Ja*	BD-Kontrolle über Monate
Schweregrad 2	< 180	< 110	Ja*	BD-Kontrolle über Wochen
Schweregrad 3	> 180	> 110	Ja**	Ja

*Bei hohem kardiovaskulären Risiko: Bewegungstherapie erst nach erfolgreicher pharmakologischer Einstellung. Bei mäßigem Risiko vorerst BD-Kontrolle
 ** Bewegungstherapie erst nach erfolgreicher pharmakologischer Einstellung

völkerung davon betroffen sind [25]. Aus diesem Grund wird die Blutdruckmessung obligatorisch empfohlen (Tab. 1).

Die Blutdruckmessung erfolgt in Ruhe im Sitzen, bei entsprechenden Verdachtsmomenten (z. B. Aortenisthmusstenose, PAVK) oder hypertonen Werten vor allem bei der Erstuntersuchung auch an beiden Armen [26].

Ruhe-Elektrokardiogramm

Das Ruhe-EKG mit 12 Ableitungen zählt im Rahmen der sportärztlichen Vorsorgeuntersuchung zur Basisuntersuchung und ist vonseiten der „Europäischen Gesellschaft für Kardiologie“ (ESC) [9, 16] sowie dem „Internationalen Olympischen Komitee“ (IOC) [27] obligat empfohlen.

Da vermehrte sportliche Aktivität oftmals zu physiologischen Veränderungen am Herzen führt und diese ihren Ausdruck im EKG finden, ist zur Beurteilung des EKG beim Sportler die Kenntnis dieser oftmals typischen Veränderungen notwendig. Auf der anderen Seite sind gerade Sportler mit vorbestehenden, oft unerkannten kardiovaskulären Erkrankungen durch die hohe physische Belastung einem erhöhten Risiko ausgesetzt, sodass auch hier ein vermehrtes Augenmerk auf diese Erkrankungen im Rahmen eines Athletenscreenings gelegt werden muss.

Normvarianten des EKG bei Sportlern (mod. nach [28, 29])

- Rhythmus: Sinusbradykardie, Sinusarrhythmie (unter Belastung normaler Frequenzanstieg)
- Sinusarrest (2 – < 3 s), wandernder Schrittmacher, AV-Dissoziation
- Junktionaler Ersatzrhythmus (selten), ventrikulärer Ersatzrhythmus (selten)
- Parasystolie (selten), supra- und ventrikuläre Extrasystolen in Ruhe (selten)
- AV-Block 1. Grades, AV-Block 2. Grades: Typ Wenckebach (selten), Typ Mobitz (selten)
- Erregungsausbreitung: r S r' in V₁ („Inkompletter Rechtsschenkelblock“ häufig)
- erhöhte Amplituden für R- und S-Zacken (häufig)
- Erregungsrückbildung: ST-Hebung mit spitzen, hohen T-Wellen, ST-Senkung mit/ohne T-Wellen-Veränderungen (selten)
- biphasische oder terminal negative T-Wellen mit/ohne ST-Streckenveränderung (selten).

Hinweise auf mögliche pathologische EKG-Veränderungen bei Sportlern (mod. nach [16])

- P-Welle
 - Vergrößerung des linken Vorhofs: negativer Anteil der P-Welle in Abl. V₁ > 0,1 mV tief und > 0,04 s lang
 - Belastung des rechten Vorhofs: Betonte P-Wellen in Abl. II, III oder Amplitude in V₁ > 0,25 mV
- QRS-Komplex
 - Vektor in der Frontalebene: Achsenabweichung nach rechts (> plus 120°) oder links (minus 30 – minus 90°)
 - Vergrößerte Spannungspotenziale: Amplitude in R oder S in den Extremitätenableitungen > 2 mV, S in V₁ oder V₂ > 3 mV, oder R in V₅ oder V₆ > 3 mV
 - Abnorme Q-Zacke, Dauer über 0,04 s oder > 25 % der Höhe der nachfolgenden R-Zacke oder QS-Zacken in 2 oder mehr Ableitungen
 - Rechts- (RSB) oder Linksschenkelblock (LSB) mit einer QRS-Dauer über 0,12 s
 - R oder R'-Zacke in Abl. V₁ > 0,5 mV und R/S-Beziehung > 1
- ST-Strecke, T-Welle, QT-Dauer
 - ST-Senkung oder T-Abflachung oder T-Inversion in 2 oder mehr Ableitungen
 - Verlängerung der frequenzkorrigierten QT-Dauer auf > 0,44 s (Männer) und > 0,46 s (Frauen)
- Rhythmus- und Überleitungs-Abnormalitäten
 - Komplexe ventrikuläre Arrhythmien (Salven, Couplets, ventrikuläre Tachykardien [VT] gelten als pathologisch)
 - Häufige ventrikuläre Extrasystolen (VES) (> 30/h oder > 1000/24 h) stellen eine Grauzone zum Pathologischen dar
 - Supraventrikuläre Tachykardien, Vorhofflattern oder Vorhofflimmern, verkürztes PQ-Intervall (AV-Zeit) (< 0,12) mit oder ohne Delta-Welle
 - Sinusbradykardie mit einer Ruhe-Herzfrequenz < 40/min (bei Leistungssportlern auch noch normal)
 - AV-Block 1. Grades (keine Verkürzung bei Hyperventilation oder kurzer Belastung)
 - AV-Block 2. oder 3. Grades (kann bei Leistungssportlern auch noch normal sein)

EKG-Veränderungen, die bei folgenden Diagnosen möglich sind (mod. nach [9])

- Hypertrophe Kardiomyopathie (HCM)
 - Rhythmus: VH-Flimmern, VES, evtl. VT

Tabelle 2: Brugada-Syndrom: Unterschiede zwischen 139 Athleten mit vorzeitiger Repolarisation und 23 Patienten mit dem Brugada-Syndrom. Mod. nach [30].

	Athleten mit vorzeitiger Repolarisation	Patienten mit Brugada-Syndrom
Probanden	139	23
Herzfrequenz (BPM)	50,8 ± 6,9	76,9 ± 19,3*
Sokolov-Index (mm)	46,5 ± 11,6	23,3 ± 8,2*
QRS-Dauer (s)	0,095 ± 0,011	0,116 ± 0,019*
ST-Hebung (mm)	2,3 ± 0,6	4,4 ± 1,9*
QT (s)	0,427 ± 0,038	0,378 ± 0,043*
QTc (s)	0,39 ± 0,031	0,424 ± 0,049*

* p < 0,001

- P-Welle: links-atrial vergrößert, QRS-Komplex: antero-lateral erhöhte Amplitude, inferior und/oder lateral abnorme Q-Zacke, links-anteriorer Hemiblock (LAH, LSB; Delta-Welle)
- ST-Strecke: deszendierend (evtl. ansteigend)
- T-Welle: anterosept. neg., bei apikaler Beteiligung tief neg.
- Arrhythmogene rechtsventrikuläre Dysplasie (ARVD)
 - Rhythmus: VES (VT) mit LSB-Bild
 - QRS-Komplex: rechtspräkord. Abl > 110 ms, Epsilon-Welle, frontale Abl. < 0,5 mV, RSB
 - ST-Strecke: rechtspräkord. Abl. ansteigend
 - T-Welle: rechtspräkord. Abl. neg.
- Dilatative Kardiomyopathie (DCM)
 - Rhythmus: VES (VT)
 - QRS-Komplex: LSB
 - ST-Strecke: deszendierend, evtl. aszendierend
 - T-Welle: inferiore Abl. neg.
- Langes QT-Syndrom
 - Rhythmus: VES (Torsade de Pointes)
 - QTc-Zeit: > 440 ms (Männer), > 460 ms (Frauen)
 - T-Welle: in allen Abl. biphasisch
- Brugada-Syndrom
 - Rhythmus: Polymorphe VT, VH-Flimmern, Sinusbradykardie
 - PQ-Dauer: > 0,21 s
 - QRS-Komplex: S in I, II, III, RSB, LAH
 - ST-Strecke: rechtspräkord. Abl. ansteigend
 - T-Welle: rechtspräkord. Abl. neg. (Tab. 2)
- Lenègre- und Lev-Syndrome
 - Rhythmus: AV-Block II oder III
 - PQ-Dauer: > 0,21 s
 - T-Welle: sekundäre Veränderungen
- Kurzes QT-Syndrom
 - Rhythmus: VH-Flimmern, (polymorphe VT)
 - QTc-Zeit: < 335 ms
- Präexzitationssyndrom
 - Rhythmus: supraventrikuläre Tachykardien (intermitt. VH-Flimmern). Der Rhythmus ist meist normal, die Tachykardien können auftreten, müssen es aber nicht.
 - PQ-Dauer: < 0,12 s PQ ist beim WPW verkürzt auf etwa 0,08–0,11 s
 - QRS-Komplex: kann aufgrund der Deltawelle verbreitert sein.

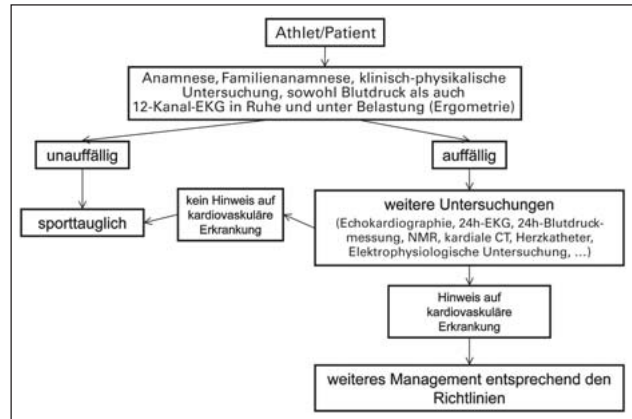


Abbildung 1: Empfehlungen für den internistischen Untersuchungsgang in der Sportmedizin. Mod. und ergänzt nach [16].

- ST-Strecke: sekundäre Veränderungen
- T-Welle: sekundäre Veränderungen
- Koronare Herzkrankheit (KHK)
 - Rhythmus: Sinusrhythmus gelegentlich VES VT (selten) VH-Flimmern
 - QT-Zeit: (ev. verlängert)
 - QRS-Komplex: ev. pathol. Q-Zacke (bei St. p. Myokardinfarkt), R-Verlust
 - ST-Strecke (ev. deszendierend oder aszendierend)
 - T-Welle: neg. in > 2 Ableitungen

Ergometrie

Zur Feststellung der körperlichen Leistungsfähigkeit und zur darauf aufbauenden Trainingsberatung bzw. zur Festlegung von Trainingsintensitäten ist die Durchführung eines Belastungstests unbedingt notwendig. Ein Belastungs-EKG mit Blutdruckmessung sollte daher aufgrund der speziellen Beratungssituation des Sportlers bzw. Patienten obligatorischer Bestandteil des Untersuchungsganges in der Sportmedizin sein.

Belastungsuntersuchungen werden hinsichtlich Indikationen, Kontraindikationen, Durchführung und Bewertung entsprechend den aktuellen Ergometrieguidelines der „Österreichischen Kardiologischen Gesellschaft“ [31] empfohlen. Für verschiedene Sportarten wie zum Beispiel Ausdauer- oder Schnelldisportarten etc. sollten zur Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung der Sportart entsprechend adaptierte Belastungstests durchgeführt werden.

■ Weiterführende Diagnostik

Empfehlungen für den internistischen Untersuchungsgang in der Sportmedizin können dem Flussdiagramm (Abb. 1) entnommen werden.

Blutuntersuchung

Je nach Indikation ist die Bestimmung folgender Laborparameter sinnvoll: Bei Verdacht auf Vorliegen metabolischer Risikofaktoren: Gesamt-, HDL-, LDL-Cholesterin, Triglyzeride sowie Glukose, Harnsäure und Gamma-GT. TSH insbesondere bei Fettstoffwechselstörungen oder Rhythmusstörungen.

Bei Verdacht auf Anämie, besonders bei Ausdauerathleten und -athletinnen und Vegetariern, Bestimmung des roten Blutbildes und Ferritins bzw. CRPs. Die Bestimmung des CRPs erfolgt, um einen entzündlichen Prozess auszuschließen, der Ferritin als Akutphaseprotein erhöhen und so einen Eisenmangel verschleiern würde.

Bei Rhythmusstörungen oder Einnahme entsprechender Medikamente: Elektrolyte, Na, K, Cl, Mg.

Bei Muskelschmerzen: CK, GOT, GPT

Harnuntersuchung mittels Harnstreifentest

Lungenfunktion

Bei der Lungenfunktion handelt es sich um eine fakultative Untersuchung, die aber bei folgenden Fragestellungen zur weiteren Abklärung im Rahmen der sportmedizinischen Basisuntersuchungen durchgeführt werden sollte:

- Unklarer Husten über 2–3 Monate bzw. Dyspnoe oder thorakale Schmerzen
- Verdacht auf Asthma bronchiale bzw. „exercise induced“ Asthma
- Verdacht auf obstruktive bzw. restriktive Lungenerkrankung
- Verdacht auf Stenose der oberen Atemwege (z. B. Trachealstenose)
- Verdacht auf Diffusionsstörung mit Sättigungsabfall unter Belastung
- Spirometrie mit Lyse bzw. Provokation zur Beantragung der medizinischen Ausnahmegenehmigung (TUE = „Therapeutic Use Exemption“) entsprechend den Anti-Doping-Bestimmungen bei Athleten, die den Anti-Doping-Bestimmungen unterliegen (Anti-Doping Bundesgesetz, <http://www.nada.at>).

Prinzipiell kommen folgende Lungenfunktionsuntersuchungen zur Anwendung:

- Spirometrie zur Erfassung der ventilatorisch mobilisierbaren Lungenvolumina
- Bodyplethysmographie mit Erfassung des Residualvolumens und Errechnung der totalen Lungkapazität
- CO-Diffusionskapazitätsmessung
- Provokationsuntersuchung bzw. Lysestest.

Belastungsinduzierte Bronchokonstriktion

Zur Beurteilung der bronchialen Hyperreagibilität werden verschiedene Testmethoden herangezogen, wobei physiologische Reize (Belastung im Feld und Labor, eukapnische Hyperventilation, Inhalation von kalter, trockener Luft) einerseits und pharmakologische Reize (Metacholin, Mannitol, hypertone Kochsalzlösung, Histamin) andererseits zur Provokation verwendet werden. Dabei wird ein Abfall der Einsekundenkapazität (FEV_1) um 10 % nach Belastungsprovokation bzw. eukapnischer Hyperventilation, bzw. ein Abfall von 15 % FEV_1 im Vergleich zum Ausgangswert nach inhalativer Provokation (Mannitol, hypertone Kochsalzlösung) und ein Abfall von 20 % FEV_1 bei Metacholin und Histaminprovokation als diagnostisch beweisend angesehen. Derzeit

werden vom „Internationalen Olympischen Komitee“ (IOC) bzw. der „World Anti Doping Agency“ (WADA) alle Testmethoden gleich bewertet, vorausgesetzt, es wird vom jeweiligen Lungenfacharzt oder einem in der Behandlung asthmatischer Sportler versierten Arzt (Allgemeinmediziner, Internist, Sportmediziner, Kinderarzt) die ihm vertraute Methode angewendet. Eine jährliche Lungenfunktionskontrolle ist erforderlich. Lyse- und Provokationstest müssen alle 4 Jahre wiederholt werden.

Die Bestätigung der Therapie durch einen Lungenfacharzt oder einen in der Behandlung asthmatischer Sportler versierten Arzt sollte jedes Jahr erneuert werden.

Liegt vor Beginn der Provokation bereits eine Obstruktion vor ($FEV_1/FVC < 70\%$), so sollte eine Lyse mit Inhalation eines β_2 -Agonisten und Wiederholung der Messung der FEV_1 erfolgen. Zeigt sich eine Verbesserung nach Inhalation um 200 ml bzw. 15 %, so spricht man von einer Reversibilität im Sinne eines hyperreagiblen Bronchialsystems. Bei nicht- bzw. teilreversibler Obstruktion (Verbesserung nach Lyse unter 200 ml bzw. 15 %) ist eine Wiederholung der Lungenfunktion nach Einleitung einer bronchodilatatorischen Therapie erforderlich. Zeigt sich weiterhin eine Obstruktion, so liegt die Diagnose einer chronisch obstruktiven Lungenerkrankung (COPD) vor.

Ab 01.01.2010 WADA Code Prohibited List ist für Salmeterol und Salbutamol keine medizinische Ausnahmegenehmigung mehr notwendig. Es genügt eine sogenannte „declaration of use“. Alle anderen topischen Betamimetika brauchen eine TUES nach dem Standardverfahren.

Diese Empfehlungen entsprechen dem Standard für medizinische Ausnahmegenehmigungen der „Nationalen Anti Doping Agentur“ (NADA), Version Jänner 2009

Verdacht auf obstruktive bzw. restriktive Lungenerkrankung

Für die Diagnose der restriktiven Lungenerkrankung ist die Durchführung einer Bodyplethysmographie erforderlich, wobei neben der gegenüber dem Sollwert eingeschränkten Totalkapazität eine in Relation zur forcierten Vitalkapazität normale FEV_1 erkennbar ist. Weiterführende Abklärungen bei restriktiven Lungenveränderungen stellen die High Resolution-Computertomographie der Lunge (HRCT) bzw. die Messung der Diffusionskapazität mit Beurteilung des pulmonalen Gasaustausches in Ruhe und unter Belastung zur Erfassung des Vorliegens einer Diffusionsstörung dar.

Für den Nachweis einer obstruktiven Atemwegserkrankung zeigt sich eine erniedrigte Einsekundenkapazität bezogen auf die forcierte Vitalkapazität von unter 70 % (FEV_1/FVC), bzw. eine Erhöhung des Atemwegswiderstandes. Bei Vorliegen einer Obstruktion sollte hinsichtlich der Abklärung der Reversibilität eine Lyse erfolgen.

Verdacht auf Stenose der oberen Atemwege

Bei inspiratorischem Stridor wird zur weiteren Abklärung einer Stenose des oberen Atemwegtraktes eine Spirometrie

Tabelle 3: Dimensionen der linken Herzkammer (LV) [37].

	Frauen				Männer			
	Referenzbereich	Gering vergrößert	Mittelgradig vergrößert	Stark vergrößert	Referenzbereich	Gering vergrößert	Mittelgradig vergrößert	Stark vergrößert
LV enddiastolischer Durchmesser (cm)	3,9–5,3	5,4–5,7	5,8–6,1	≥ 6,2	4,2–5,9	6,0–6,3	6,4–6,8	≥ 6,9
LV enddiastolischer Durchmesser/Körperoberfläche (cm/m ²)	2,4–3,2	3,3–3,4	3,5–3,7	≥ 3,8	2,2–3,1	3,2–3,4	3,5–3,6	≥ 3,7
LV enddiastolischer Durchmesser/Körpergröße (cm/m)	2,5–3,2	3,3–3,4	3,5–3,6	≥ 3,7	2,4–3,3	3,4–3,5	3,6–3,7	≥ 3,8

Tabelle 4: Dimensionen der rechten Herzkammer (RV) [37].

	Referenzbereich	Gering vergrößert	Mittelgradig vergrößert	Stark vergrößert
Basaler RV Durchmesser (cm)	2,0–2,8	2,9–3,3	3,4–3,8	≥ 3,9
Mittlerer RV Durchmesser (cm)	2,7–3,3	3,4–3,7	3,8–4,1	≥ 4,2
Längsdurchmesser (cm)	7,1–7,9	8,0–8,5	8,6–9,1	≥ 9,2

durchgeführt, wobei sich eine Einschränkung des „peak expiratory flow“ mit normalem MEF 50 % bzw. 25 % zeigt. Eine weiterführende HNO-Abklärung bzw. Durchführung einer Bronchoskopie sollte erfolgen.

Belastungsinduzierte arterielle Hypoxämie

Veränderungen des pulmonalen Gasaustausches unter Belastung sind bei Athleten häufig zu finden. Die Ursachen der belastungsinduzierten arteriellen Hypoxämie, die durch eine Zunahme der alveolo-arteriellen Sauerstoffpartialdruckdifferenz sowie eine Abnahme des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes gekennzeichnet ist, sind bislang noch nicht vollständig geklärt. Neben einer relativen alveolären Hypoventilation werden in unterschiedlichem Ausmaß je nach Geschlecht sowie Art des Trainings ein Ventilations/Perfusionsmissverhältnis sowie eine Limitierung der Diffusion diskutiert [32–34].

Echokardiographie und kardiale NMR

Die Echokardiographie ist eine weiterführende Standarduntersuchung [35], wenn aufgrund der bisher erhobenen Befunde der Verdacht einer strukturellen, entzündlichen oder ischämischen Herzerkrankung wie z. B. einer Kardiomyopathie (CMP), Peri-Myokarditis oder eines angeborenen/erworbenen Herzfehlers vorliegt. Als obligat ist sie vor allem bei Hochleistungssportlern sowohl in Ausdauer- als auch Kraftsportarten anzusetzen. Dies wird u. a. im internationalen Fußball obligatorisch empfohlen [36]. Bezüglich der Normwerte wird auf Tabelle 3 für die linksventrikuläre Größe, auf Tabelle 4 für die Größe des rechten Ventrikels verwiesen [37].

Die kardiale Nuklearmagnetresonanz (NMR) stellt ein ergänzendes bildgebendes Verfahren dar (Abb. 1).

Tabelle 5: Differenzialdiagnose physiologische versus pathologische Herzhypertrophie. Die linksventrikulären enddiastolischen Herzwanddicken sind absolut und relativ als Verhältnis zum enddiastolischen Innendurchmesser ([Septumdicke + Hinterwanddicke]/Innendurchmesser auf Höhe der Mitralklappe) dargestellt. LVEF (linksventrikuläre Ejektionsfraktion) [29].

	LVEF	Herzwanddicken			
		absolut			relativ
		Männer	Frauen		
(%)	(mm)	(mm)			
Sportlerherz	> 55	< 12 (13)	< 12	< 0,44	
konzentrische Hypertrophie	> 55	> 12	> 12	> 0,44	
dilatative Kardiomyopathie	< 55	< 12	< 12	< 0,44	

Kardiomyopathien (CMP)

Hypertrophe CMP

Bei der hypertrophen CMP (HCMP) findet sich häufig eine asymmetrische linksventrikuläre Hypertrophie (LVH) mit einer Wanddicke von > 13 mm, welche bevorzugt die antero-septale Region betrifft und nicht durch Veränderungen, bedingt durch linksventrikuläre Druckerhöhung, erklärt werden kann. Der linksventrikuläre enddiastolische Durchmesser (LVEDD) ist normal, bei der Mehrheit der Patienten mit HCMP finden sich jedoch abnorme linksventrikuläre diastolische Funktionsstörungen in der Doppler-Echokardiographie und im „Tissue Doppler Imaging“ (TDI) [38].

Im Gegensatz dazu zeigt sich bei ausdauerorientiert trainierten Athleten in Abhängigkeit des Trainingspensums eine symmetrische LVH und die Wanddicke beträgt bei Frauen maximal 12 mm und bei Männern maximal 13 mm [39, 40].

Der linke Ventrikel (LV) ist vergrößert, aber normal konfiguriert, die Mitralklappe unauffällig, Zeichen einer Ausflusstrakt-Obstruktion fehlen. Dopplerechokardiographische Zeichen einer Relaxationsstörung sind nicht erkennbar und eine Trainingspause führt zu einer Reduktion der LV-Wanddicke [41] (Tab. 5).

Dilatative CMP

Bei der dilatativen CMP ist der linke Ventrikel vergrößert, wobei die LV-Wände normal oder nur gering verdickt sind. Die Linksventrikelfunktion (LVEF) ist reduziert und es finden

sich unspezifische Wandbewegungsstörungen. Der Mitralling kann dilatiert sein und daraus eine Mitralklappeninsuffizienz resultieren [42].

Im Gegensatz dazu kommt es bei Athleten zu einer physiologischen LV-Dilatation bei normaler LVF ohne Zeichen einer diastolischen Relaxations- oder Wandbewegungsstörung. Liegt eine grenzwertige LVF (EF 50–55 %) vor, so kommt es unter Belastung zu einer deutlichen Verbesserung der systolischen Funktion, wenn keine pathologische Genese der Dilatation vorliegt (Tab. 5).

Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie/Dysplasie (ARVD)

Echokardiographisch findet sich bei der Arrhythmogenen rechtsventrikulären Kardiomyopathie/Dysplasie (ARVD) ein vergrößerter rechter Ventrikel (RV) mit segmental morphologisch veränderten Wandabschnitten. Bei Verdacht auf eine ARVD sollte eine NMR durchgeführt werden, bei der diese fibrös-fettig umgewandelten Areale identifiziert werden können [43].

Ein vergrößerter RV, bei gleichzeitig dilatiertem LV, findet sich auch bei Sportlern, wobei in diesen Fällen die RV-Wanddicke normal ist und segmentale Wandbewegungsstörungen fehlen.

Peri-/Myokarditis

Ein Perikarderguss ist zumeist bei einer Perikarditis präsent, eine Myokarditis kann zu einer LV-Dilatation und einer Einschränkung der LVF führen [44].

Angeborene und erworbene Herz(klappen)-fehler

Der häufigste angeborene und erworbene Herzfehler ist die Aortenklappenstenose, bei der echokardiographisch sowohl die Morphologie dargestellt als auch die Druckgradienten über der Klappe und deren Öffnungsfläche berechnet werden können [45].

Eine mittel- bis höhergradige Aortenklappen- sowie Mitralklappeninsuffizienz, zumeist durch einen Mitralklappenprolaps bedingt, können zu einer LV-Dilatation führen, wobei auch die trainingsbedingte LV-Veränderung in Betracht gezogen werden muss [46]. Die kardiale NMR kann zur Evaluation der LV-Diameter/LVF und der Quantifizierung der Insuffizienz beitragen.

Ambulatorisches Blutdruckmonitoring (ABM)

Ein 24h-ambulatorisches Blutdruckmonitoring kann zur Evaluierung einer Blutdruckeinstellung (Verhalten des nächtlichen Blutdrucks) eingesetzt werden. Weiters ist es immer dann indiziert, wenn eine beträchtliche Variabilität bei der Arztmessung auffällt oder wenn höhere Werte bei sonst niedrigem kardiovaskulären Risiko erhoben werden, wenn eine deutliche Diskrepanz zwischen Arzt- und Selbstmessung besteht, wenn vermutet wird, dass der Patient die Tabletten nicht oder unregelmäßig einnimmt, wenn der Verdacht

auf hypotone Episoden, vor allem bei älteren Leuten und Diabetikern, besteht, wenn sich Hinweise auf eine Schlafapnoe ergeben oder wenn bei Schwangeren erhöhte Blutdruckwerte beim Arztbesuch an eine Präeklampsie denken lassen [26].

Die „Österreichische Gesellschaft für Hypertensiologie“ empfiehlt, vor allem bei Verdacht auf Hypertonie, zur Einschätzung des Ruheblutdrucks mindestens 30 Messwerte heranzuziehen. Nur so werden die Blutdruckvariabilität berücksichtigt und der Blutdruck verlässlich beurteilt [47]. Aus organisatorischen und technischen Gründen liegt es nahe, diese Werte durch Patientenselbstmessungen zu erheben. Wenn 7 oder mehr von 30 Messwerten über 135/85 mmHg liegen, ist die Diagnose Hypertonie zu stellen. So kann auch mit relativ einfachen Mitteln ein Wartezimmer-Hochdruck erkannt werden. Da diese Situation ein Hinweis für eine spätere Hypertonie sein kann, empfehlen sich eine Änderung des Lebensstils und vor allem körperliches Training; eine medikamentöse Therapie ist vorerst nicht indiziert [48].

Langzeit-EKG

Die Durchführung eines Langzeit-EKG wird u. a. bei folgender Symptomatik, die im Zusammenhang mit Arrhythmien stehen kann, empfohlen [49, 50]:

- Synkopen
- Präsynkopen
- Schwindel bei anderweitig nicht zu klärender Ursache
- Rezidivierende Palpitationen oder Herzrasen
- Ungeklärte Episoden von anfallsweise auftretender Synpnoe
- Thoraxschmerzen

■ **Finanzierung und rechtliche Situation**

In Österreich gibt es keine gesetzliche Grundlage, die Sport treibende Personen zu einer sportmedizinischen Untersuchung verpflichtet. Manche Sportfachverbände verlangen lediglich die Unterschrift eines Arztes, die die Sporttauglichkeit bestätigt, bevor die Athleten zu Wettkämpfen antreten dürfen. Auch die Finanzierung ist länderweise unterschiedlich, die Sozialversicherungen leisten mit wenigen Ausnahmen keinen Kostenersatz. In manchen Ländern werden Gutscheine für Angehörige von Landeskadern vergeben, die jedoch den Aufwand nur teilweise decken. Daher sind die Kosten vom Athleten meist selbst zu tragen. Da die Bereitschaft dazu unterschiedlich ist, wird nicht selten auf die Untersuchung verzichtet oder diese nur minimalistisch durchgeführt. Beides ist im Interesse dieser Sportler und Patienten unverantwortlich und entschieden abzulehnen. Ein Verzicht auf einzelne Untersuchungsschritte ist bei Sportlern niemals inhaltlich, sondern immer finanziell begründet, was auf die Empfehlung aber keinen Einfluss haben darf.

Die Autoren halten es daher für unumgänglich, dass diese Empfehlungen sowohl bei Bewegungsprogrammen zur Anwendung gelangen müssen, die von staatlichen oder nicht-staatlichen Institutionen durchgeführt werden, als auch bei Personen, die nicht organisiert regelmäßig oder unregelmäßig körperlich aktiv sind.

Literatur:

- De Backer G, Ambrosioni E, Borch-Johnsen K. European guidelines on cardiovascular disease and prevention in clinical practice. *Atherosclerosis* 2003; 171: 145–55.
- Fletcher GF, Balady G, Blair SN. Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation* 1996; 4: 857–62.
- Gohlke H, Kubler W, Mathes P, Meinertz T, Schuler G, Gysan DB, Sauer G. German Society of Cardiology. [Position paper on the primary prevention of cardiovascular diseases. Current position of the 25.03.2003. Statement of the Board of the German Society of Cardiology – heart and circulatory research work commissioned by for the board by Project Group on Prevention]. *Z Kardiol* 2005; 94 (Suppl 3): III/113–5.
- Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002; 346: 393–403.
- Benzer W, in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe für kardiologische Rehabilitation und Sekundärprävention der ÖKG. Guidelines für die ambulante kardiologische Rehabilitation und Prävention in Österreich – Update 2008. Beschluss der Österreichischen Kardiologischen Gesellschaft vom Juni 2008. *J Am Coll Cardiol* 2008; 15: 298–309.
- Samitz G, Benzer W, Zwahlen M. Wirksamkeit der umfassenden kardiologischen Rehabilitation und Sekundärprävention: klinische und epidemiologische Evidenz. In: Pokan R, Benzer W, Gabriel H, Hofmann P, Kunschitz E, Samitz G, Schindler K, Wonisch M (Hrsg.). *Kompodium der kardiologischen Prävention und Rehabilitation*. Verlag Springer, Wien-New York 2009; 17–36.
- Gohlke H, Albus C, Gysan DB, Hahmann HW, Mathes P. Cardiovascular prevention in clinical practice (ESC and German guidelines 2007) *Herz* 2009; 34: 4–14.
- O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ, Leifer ES, Kraus WE, Kitzmann DW, Blumenthal JA, Rendall DS, Houston Miller N, Fleg JL, Schulmann KA, McKelvie RS, Zannad F, Pina LP. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure. *JAMA* 2009; 301: 1439–50.
- Corrado D, Basso C, Schiavon M, Pelliccia A, Thiene G. Pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden cardiac death. *J Am Coll Cardiol* 2008; 52: 1981–9.
- Thiene G, Carturan E, Corrado D, Basso C. Prevention of sudden cardiac death in the young and in athletes: dream or reality? *Cardiovasc Pathol* 2009; (in press).
- Mittleman MA, Maclure M, Tofler G H. Triggering of acute myocardial infarction by heavy physical exertion. *New Engl J Med* 1993; 329: 1677–83.
- Siscovick DS, Weiss NS, Fletcher RH, Lasky T. The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. *New Engl J Med* 1984; 311: 874–7.
- Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, Limacher M, Pina IL, Stein RA, Williams M, Bazzarre T. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation* 2000; 101: 828–33.
- Priori SG, Aliot E, Blomstrom-Lundqvist C. Task Force on Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2001; 22: 1374–50.
- Mont L, Elosua R, Brugada J. Endurance sport practice as a risk factor for atrial fibrillation and atrial flutter. *Europace* 2009; 11: 11–7.
- Corrado D, Pelliccia A, Bjornstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, Panhuyzen-Goedkoop N, Deligiannis A, Solberg E, Dugmore D, Mellwig KP, Assanelli D, Delise P, van Buuren F, Anastasakis A, Heidbuchel H, Hoffmann E, Fagard R, Priori SG, Basso C, Arbustini E, Blomstrom-Lundqvist C, McKenna WJ, Thiene G. Study Group of Sport 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. 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 Sport 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: 516–24.
- Corrado BJ, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *JACC* 2003; 42: 1959–63.
- Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA* 2006; 296: 1593–601.
- Thompson WR, Gordon N F, Pescadello LS. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Verlag Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
- Marti B, Villiger B, Hintermann M, Lerch R. Stellungnahme der Schweizerischen Gesellschaft für Sportmedizin vom 26. Sept 1997: Plötzlicher Herztod beim Sport: sinnvolle Vor- und Nachuntersuchungen und Präventivmaßnahmen. *Schweizerische Zs. f. Sportmedizin und Sporttraumatologie* 1998; 46: 83–5.
- Corrado D, Basso C, Schiavon M, Thiene G. Screening for hypertrophic cardiomyopathy in young athletes. *N Engl J Med* 1998; 339: 364–9.
- Grubb BP. Neurocardiogenic syncope. *N Engl J Med* 2005; 352: 1004–10.
- Kendall F P, McCreary E, Provance PG. *Muscles testing and Function*. 4th ed. Verlag Williams and Wilkins, 1993.
- Banzer W, Pfeifer K, Vogt L. Funktionsdiagnostik des Bewegungssystems in der Sportmedizin. Verlag Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2004.
- Wonisch M. Arterielle Hypertonie. In: Pokan R, Benzer W, Gabriel H, Hofmann P, Kunschitz E, Mayr K, Samitz G, Schindler K, Wonisch M (Hrsg.). *Kompodium der kardiologischen Prävention und Rehabilitation*. Verlag Springer, Wien-New York; 2009.
- Mancia G, de Backer G, Dominiczak A, Cifkova R, Fagard R, Germano G, Grassi G, Heagerty A M, Kjeldsen S E, Laurent S, Narkiewicz K, Ruilope L, Rynkiewicz A, Schmieder RE, Struijker Boudier HAJ, Zanchetti A. 2007 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). *J Hypertens* 2007; 25: 1105–187.
- Bille K, Figueiras D, Schamasch P, Kappenberger L, Brenner JJ, Meijboom FJ, Meijboom EJ. Sudden cardiac death in athletes: the Lausanne Recommendations. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2006; 13: 859–75.
- Kindermann W. Physiologische Anpassungen des Herz-Kreislauf-Systems an körperliche Belastung. In: Kindermann W, Dickhuth HH, Nieß A, Röcker K, Urhausen A (Hrsg.). *Sportkardiologie*. Verlag Steinkopf, Darmstadt 2003; 1–18.
- Pokan R, Hofmann P, Wonisch M, Hörtnagl H. Funktionsdiagnostik akuter und chronischer Anpassung des Herz-Kreislaufsystems an körperliche Belastungen. In: Pokan R, Förster H, Hofmann P, Hörtnagl H, Ledl-Kurkowski E, Wonisch M (Hrsg.). *Kompodium der Sportmedizin – Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie*. Verlag Springer, Wien-New York 2004; 45–83.
- Bianco M, Bria S, Gianfelici A, Sanna N, Palmieri V, Zepilli P. Does early repolarization in the athlete have analogies with the Brugada syndrome? *Eur Heart J* 2001; 22: 504–10.
- Wonisch M, Berent R, Klicpera M, Laimer H, Marko C, Pokan R, Schmid P, Schwann H. Praxisleitlinien Ergometrie. *J Kardiol* 2008; 15 (Suppl A): 3–17.
- Hopkins SR. Exercise induced arterial hypoxemia: the role of ventilation-perfusion inequality and pulmonary diffusion limitation. *Adv Exp Med Biol* 2006; 588: 17–30.
- Moinard J, Yquel R, Manier G. Pulmonary gas exchange during exercise in healthy subjects. *Rev Mal Respir* 2004; 21: 950–60.
- Guenette J, Sheel AW. Exercise-induced arterial hypoxemia in active young women. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007; 32: 1263–73.
- Rawlins J, Bhan A, Sharma S. Left ventricular hypertrophy in athletes. *Eur J Echocardiogr* 2009; 10: 350–6.
- Thünenkötter T, Schmid C, Dvorak J, Kindermann W. Benefits and limitations of cardiovascular pre-competition screening in international football. *Clin Res Cardiol* 2009. [Epub ahead of print].
- Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellika PA, Picard MH, Roman MJ, Seward J, Shanewise J, Solomon S, Spencer K T, Sutton M St J, Stewart W. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiography* 2006; 7: 79–108.
- Lewis JF, Spirito P, Pelliccia A, Maron BJ. Usefulness of Doppler echocardiographic assessment of diastolic filling in distinguishing 'athlete's heart' from hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1992; 68: 296–300.
- Uhrhagen A, Kindermann W. Sports-specific adaptations and differentiation of the athlete's heart. *Sports Med* 1999; 28: 237–44.
- Sharma S, Maron B J, 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. *JACC* 2002; 8: 1431–6.
- Maron BJ, Pelliccia A, Spataro A, Granata M. Reduction in left ventricular wall thickness after deconditioning in highly trained Olympic athletes. *Br Heart J* 1993; 69: 125–8.
- Gavazzi A, De Maria R, Renosto G, Moro A, Borgia M, Caroli A, Castelli G, Ciachero M, Pavan D, De Vita C. The spectrum of left ventricular size in dilated cardiomyopathy: Clinical correlates and prognostic implications. *Am Heart J* 1993; 125: 410–22.
- McKenna WJ, Thiene G, Nava A, Fontaliran F, Blomstrom-Lundqvist C, Fontaine G, Camerini F. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. *Br Heart J* 1994; 71: 215–8.
- Pinamonti B, Alberti E, Cigalotto A, Dreas L, Salvi A, Silvestri F, Camerini F. Echocardiographic findings in myocarditis. *Am J Cardiol* 1988; 62: 2285–91.
- Galan A, Zoghbi WA, Quinones MA. Determination of severity of valvular aortic stenosis by Doppler echocardiography and relation of findings to clinical outcome and agreement with hemodynamic measurements determined at cardiac catheterization. *Am J Cardiol* 1991; 67: 1007–12.
- Borer JS, Bonow RO. Contemporary approach to aortic and mitral regurgitation. *Circulation* 2003; 108: 2432–8.
- Slany J, Magometschnigg D, Mayer G, Pichler M, Pilz H, Rieder A, Scherthaner G, Skrabal F, Silberbauer K, Stoschitzky K, Watschinger B, Zweiker R. Klassifikation, Diagnostik und Therapie der Hypertonie 2007 – Empfehlungen der Österreichischen Gesellschaft für Hypertensiologie. *J Hypertens* 2009; 11: 7–11.
- Fagard RH, Cornelissen VA. Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007; 14: 12–7.
- Crawford MH, Bernstein SJ, Deedwania PC, DiMarco JP, Ferrick KJ, Garson A Jr, Green LA, Greene HL, Silka MJ, Stone PH, Tracy CM, Gibbons RJ, Alpert JS, Eagle KA, Gardner TJ, Gregoratos G, Russell RO, Ryan TJ. Guidelines for ambulatory electrocardiography: executive summary and recommendations. *JACC/AHA* 1999; 100: 886–93.
- Sauer G, Andresen D, Cierpka R, Lemke B, Mibach F, Perings Ch, Vaerst R. Positionspapier zur Durchführung von Qualitätskontrollen bei Ruhe-, Belastungs- und Langzeit-EKG. *Z Kardiol* 2005; 94: 844–57.

ANTWORTFAX

JOURNAL FÜR KARDIOLOGIE

Hiermit bestelle ich

ein Jahresabonnement
(mindestens 6 Ausgaben) zum
Preis von € 60,- (Stand 1.1.2010)
(im Ausland zzgl. Versandkosten)

Name

Anschrift

Datum, Unterschrift

Einsenden oder per Fax an:

Krause & Pachernegg GmbH, Verlag für Medizin und Wirtschaft,
Postfach 21, A-3003 Gablitz, **FAX: +43 (0) 2231 / 612 58-10**

Bücher & CDs
Homepage: www.kup.at/buch_cd.htm
