



**Joachim Huber** 

Ist ein Belastungs- EKG unter Berücksichtigung der derzeitigen medizinischen Standards und der gesetzlichen Vorgaben noch vertretbar?

**Pro und Contra aus kardiologischer Sicht**

Donnerstag, 10.12.15. 15:50 bis 16:35 Uhr

Es besteht kein Interessenkonflikt.  
Die vortragenden Autoren versichern, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkte in der Präsentation genannt werden, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist firmenunabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

[www.doc-on-board.com](http://www.doc-on-board.com)



**Gliederung** 

- Facts
- Kardiologie und Fliegen
- Rechtliche Grundlagen
- Guidelines + §- konforme Untersuchung





**Flug- Höhenphysiologie** 

**Höhenprobleme**  
**Gasgesetze**

- Temperaturabfall
- Luftdruckabfall
- Sauerstoffmangel
- Chronische Müdigkeit

**Biodynamische Probleme**

- Dreidimensionale Bewegungen
- Beschleunigungen, Geschwindigkeit,
- Vibrationen, Lärm,
- ungewohnte Umgebung



**Flugphysiologie**

**sensorische Probleme**

- Sinnestäuschungen,
- Blendung,
- Nachtsehproblematik,
- Reaktionszeiten ...



**human factors:**

- psychische, kognitive und soziale Einflussfaktoren
- Sicherheitsfragen
- Mensch-Maschine-Systeme
- Dienstbetrieb

**Human factors** 

**Ursache und Wirkung im Zusammenspiel aller Möglichkeiten erkennen um den im Zentrum des Geschehens befindlichen Menschen, seine Stärken und Schwächen aber auch scheinbar unvorhergesehene Störfaktoren von außen zu berücksichtigen und insbesondere rechtzeitig zu beheben.**

**CRM als Ziel für optimale Nutzung aller Ressourcen, auch Gesundheit, Fitness, Teamwork, Kommunikation, Bedienung technischer Geräte, Fehlervermeidungskonzepte etc.**

**Die Flug- Medizin dient dabei als Sicherheitsfaktor besonders im Rahmen der Früherkennung von flugsicherheitsrelevanten Erkrankungen.**







## Herz-Kreislauf – Notfälle auch im Cockpit!



- **Kreislaufkollaps**
  - vasovagal, Hypotonie, Exsiccose
- **Hypertonie**
  - hypertone Entgleisung versus hypertensiver Notfall
- **Rhythmusstörungen**
  - Tachycardie: SVT, VT, Vorhofflimmern
  - Bradycardie: Sick Sinus Syndrom, VH-Fli, AV-Blockierungen
- **Kardiale Dekompensation (postinfekt CMP)**
  - Chronisch/akut
- **Koronare Herzkrankheit (KHK)**
  - Angina pectoris: stabil & stumm, instabil & ang. Pect.
  - Akute Coronarsyndrome, ACS, NSTEMI, STEMI



## Blutdruckschwankungen



Nach Definition der WHO gilt ein systolischer Blutdruck von mehr als 140 mm Hg und/oder ein diastolischer Blutdruck von mehr als 90 mm Hg als Hypertonie.

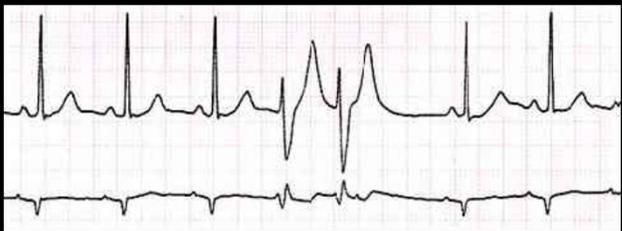
Blutdruckwerte unter 100mmHg gelten als Hypotonie, die Klinik macht die Pathologie!

| Klassifikation                               | systolisch | diastolisch |
|--|------------|-------------|
| optimal                                      | < 120      | < 80        |
| normal                                       | < 130      | < 85        |
| hoch-normal                                  | 130-139    | 85-89       |
| leichter Bluthochdruck (Schweregrad 1)       | 140-159    | 90-99       |
| mittelschwerer Bluthochdruck (Schweregrad 2) | 160-179    | 100-109     |
| schwerer Bluthochdruck (Schweregrad 3)       | ≥ 180      | ≥ 110       |
| isolierter systolischer Bluthochdruck        | ≥ 140      | < 90        |



## Rhythmus- und Überleitungsstörungen





Austrian  **Überleitungsstörungen  
AV-Block 1. - 3. Grades** 

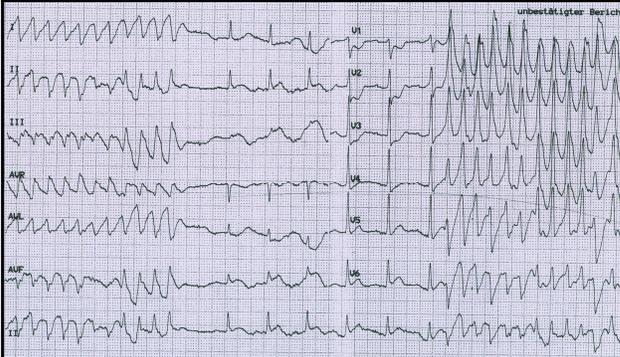
AV-Block 2. Grades  
Typ Wenckebach 

AV-Block 2. Grades  
Typ Mobitz 

AV-Block 3. Grades 

Austrian  **Tachycarde  
Rhythmusstörungen** 

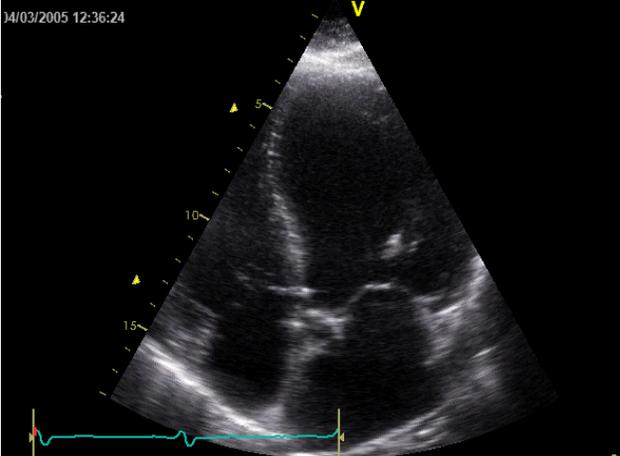
unbearbeiteter Bericht



Austrian  **postinfekt CMP** 



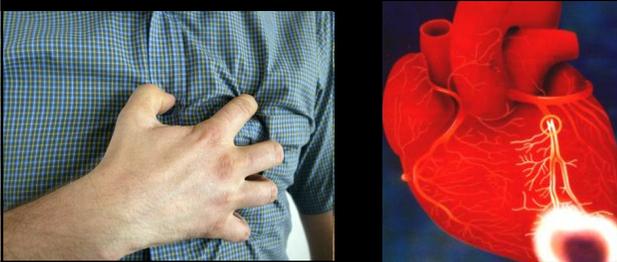
14/03/2005 12:36:24



27

**ACS**

in Österreich/Deutschland jährlich  
etwa 300 Infarkte pro 100.000 Einwohner



**MEMO: oft atypische Klinik!**



**Fachgesellschaften**

- **ERC** (European Resuscitation Council)
- **ILCOR** (1993 Int. Liaison Committee on Resuscitation)
- **NAEMT** (National Association of Emergency)
- **ESC** European Society of Cardiology)
- **PHTLS, AMLS.....**

**austro CONTROL**

Aeromedical Section (LSA/AMS)  
Abteilung Licensing, Search & Rescue, Aeromedical  
Austro Control GmbH  
A-1220 Wien, Wagramer Straße 19

- Advisory Statments
- Am. und Europ. Guidelines
- Basic Life Support
- Advance Cardiac Life Support
- ACS
- Paediatric Life Support
- Neonatal Life Support
- Education

**Fliegerärztliche Untersuchung**

**Ganz einfach - oder doch nicht?**





## Gesetzeslage

**BOC**  
BOARD

➤ **Mittels VO (EU) 1178/2011), neue Bestimmungen**

„europäischen“ Lizenzen, Berechtigungen und flugmedizinischen Tauglichkeitszeugnisse für Piloten von Luftfahrzeugen, welche in den Anwendungsbereich der EU-Vorschriften fallen („EASA Luftfahrzeuge“):

- Flugzeuge, Hubschrauber, Segelflugzeuge, Luftschiffe, Ballone und Luftfahrzeuge mit vertikaler Start- und Landefähigkeit;
- Die detaillierten neuen Rechtsvorschriften finden sich in den so genannten Anhängen zur **„Aircrew Regulation“**



## Part-MED der EU-VO 1178/2011

**BOC**  
BOARD

Unterabschnitte MED.B.010 Herz- Kreislauf-System

**(1) Die Durchführung eines standardmäßigen 12-Kanal-Ruhe-Elektrokardiogramms (EKG) und die Erstellung eines Berichts erfolgen bei klinischer Indikation und:**

- ➔ für Tauglichkeitszeugnisse der Klasse 1 bei der Untersuchung zur Ertausstellung eines Tauglichkeitszeugnisses,
  - ❖ danach alle 5 Jahre bis zur Vollendung des 30. Lebensjahres,
  - ❖ alle 2 Jahre bis zur Vollendung des 40. Lebensjahres,
  - ❖ jährlich bis zur Vollendung des 50. Lebensjahres
  - ❖ sowie danach bei sämtlichen Verlängerungs- und Erneuerungsuntersuchungen;
- ➔ für Tauglichkeitszeugnisse der Klasse 2 bei der ersten Untersuchung nach Vollendung des 40. Lebensjahres und alle 2 Jahre nach Vollendung des 50. Lebensjahres.



## Part-MED der EU-VO 1178/2011

**BOC**  
BOARD

Unterabschnitte B und C Herz-Kreislauf-System

**1. Ein Belastungs - EKG ist erforderlich:**

- (a) Bei Verdacht auf eine Erkrankung des Herz-Kreislauf-Systems;
- (b) Zur weiteren Abklärung eines Ruhe EKGs;
- (c) Nach Ermessen eines von der Austro Control GmbH anerkannten flugmedizinischen Sachverständigen;
- (d) Bei Veränderungs- oder Erneuerungsuntersuchungen für eine flugmedizinisches Tauglichkeitszeugnis der Klasse 1 nach Vollendung des 65. Lebensjahres und dann alle 4 Jahre



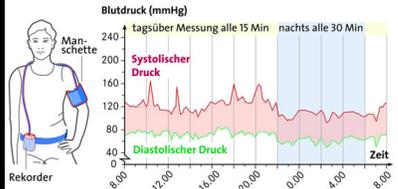
## Part-MED der EU-VO 1178/2011

**BOC**  
BOARD

Unterabschnitten B und C Herz-Kreislauf - System

**3. Die Diagnose einer Hypertonie** bedarf der Überprüfung anderer potentieller Risikofaktoren für Gefäßveränderungen.

**Erhöhter Blutdruck und /oder Ruhepuls bedürfen der weiteren Klärung, Therapie und Überwachung.**



### 5. Bei Verdacht auf asymptotische KHK

Belastungs-EKG und ev. Szintigraphie oder Stressechokardiographie und/oder Koronarangiographie.

**6. Ein asymptotischer Bewerber, der nach einem Herzinfarkt** oder sonstigen Myokardischämien Gefäßrisikofaktoren zufriedenstellend reduziert hat und keiner antianginösen Medikation bedarf, kann **frühestens sechs Monate nach dem schädigenden Ereignis** durch die Austro Control GmbH in seiner Tauglichkeit überprüft werden. Dazu müssen die folgenden Untersuchungsergebnisse vorliegen:

(a) **Ein symptomlimitiertes 12-Kanal-Belastungs-EKG** bis zum Erreichen der Ausbelastungskriterie, welches keine Anzeichen einer myokardialen Ischämie aufweist.

Dieses Belastungs-EKG muss durch einen von der Austro Control GmbH anerkannten Kardiologen beurteilt werden. Wenn das Ruhe-EKG Auffälligkeiten zeigt, kann eine Szintigraphie und/oder Stressechokardiographie erforderlich sein.




### Verdacht auf asymptotische KHK

(e) Die weitere Überwachung erfordert jährlich **fachkardiologische Kontrolluntersuchungen** durch einen Kardiologen.

**Ein Belastungs-EKG oder eine Belastungs-Szintigraphie/ Stressechokardiographie ist einzubeziehen, wenn im Ruhe-EKG Auffälligkeiten nachweisbar sind.**

(f) **Kontrollkoronarangiographien müssen alle fünf Jahre** durchgeführt werden.

Wenn die Belastungs-EKGs keinerlei Verschlechterung erkennen lassen und deren Ergebnisse durch die Austro Control GmbH anerkannt werden, kann geprüft werden, ob auf die Kontrollkoronarangiographie verzichtet werden kann.




### Verdacht auf asymptotische KHK

**7. Ein asymptotischer Bewerber, der seine Risikofaktoren für Gefäßveränderungen zufriedenstellend reduziert hat und keiner antianginösen Medikation** bedarf, kann **frühestens sechs Monate nach einer koronaren Bypass-Operation, koronarer Angioplastie oder koronarem Gefäßstenting** durch die Austro Control GmbH in seiner **Tauglichkeit überprüft werden.**

Dazu müssen die folgenden Untersuchungsergebnisse vorliegen:

(a) **Ein symptomlimitiertes 12 Kanal-Belastungs-EKG** bis zum Erreichen der Ausbelastungskriterien, ohne Anzeichen einer myokardialen Ischämie.

(b) Nachweis einer mindestens 50% EF ohne signifikante WBS sowie eine normale rechtsventrikuläre Auswurfraction

(c) Ein 24-h-Lanzzeit-EKG, welches weder ausgeprägte Überleitungsstörungen noch komplexe oder häufige Rhythmusstörungen aufweist.

(d) Eine komplett unauffällige Koronarangiographie.




### Lösungen I

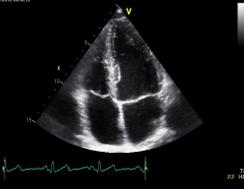





## Erkennen des kardiologisch kranken Piloten



- Anamnese (sic verum!)
- Atemfrequenz, Herzfrequenz
- RR liegend, stehend
- EKG u langer Streifen
- **Ergometrie und Herzecho**
- Lungenfunktion und SpO2
- Holter EKG und RR





## Ergometrie??





Stempeluntersuchungen, die weder Ruhe- noch Belastungs- EKG beinhalten, sind obsolet!

Niemand von uns würde ungetestet ein Auto kaufen – auch keinen Neuwagen.





## Ergometrie noch state of the art?





### Problematische Leistungsdiagnostik

Ein einzelner Schwellenwert kann nicht als Parameter für die med. Bewertung der körperlichen Leistungsfähigkeit herangezogen werden.

Prof. Dr. Paul Haber kritisch zur Leistungsdiagnostik:

*„...vor allem der übliche Laktattest zeigt den Trainingseffekt bei Sportlern oder Patienten nur unzureichend an.“*



## Die Sensivität ...



...eines diagnostischen Testverfahrens gibt an, bei welchem Prozentsatz erkrankter Patienten die jeweilige Krankheit durch die Anwendung des Tests tatsächlich erkannt wird

- je höher die Sensivität eines Tests ist, desto sicherer erfasst er die Erkrankung
- ein negatives Resultat bei einem Test von hoher Sensivität kann die gesuchte Erkrankung mit hoher Wahrscheinlichkeit ausschließen

### Die Spezifität...

... eines diagnostischen Testverfahrens gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass tatsächlich Gesunde, die nicht an der betreffenden Erkrankung leiden, im Test auch als gesund erkannt werden

- Quotient aus richtig negativen Testergebnissen und der Summe aus falsch positiven und richtig negativen Testergebnissen – also allen Testergebnissen, denen tatsächlich keine Erkrankung zugrunde lag

### Characteristics of tests commonly used to diagnose the presence of CAD

|                                     | Diagnosis of CAD |                 |
|-------------------------------------|------------------|-----------------|
|                                     | Sensitivity (%)  | Specificity (%) |
| Exercise ECG <sup>a</sup>           | 45-50            | 85-90           |
| Exercise stress echocardiography    | 80-85            | 80-88           |
| Exercise stress SPECT               | 73-92            | 63-87           |
| Dobutamine stress echocardiography  | 79-83            | 82-86           |
| Dobutamine stress MRI <sup>b</sup>  | 79-88            | 81-91           |
| Vasodilator stress echocardiography | 72-79            | 92-95           |
| Vasodilator stress SPECT            | 90-91            | 75-84           |
| Vasodilator stress MRI <sup>b</sup> | 67-94            | 61-85           |
| Coronary CTA <sup>c</sup>           | 95-99            | 64-83           |
| Vasodilator stress PET              | 81-97            | 74-91           |

CAD = coronary artery disease; CTA = computed tomography angiography; ECG = electrocardiogram; MRI = magnetic resonance imaging; PET = positron emission tomography; SPECT = single photon emission computed tomography.  
<sup>a</sup>Results without minimal referral bias. <sup>b</sup>Results obtained in populations with medium-to-high prevalence of disease without compensation for referral bias. <sup>c</sup>Results obtained in populations with low-to-medium prevalence of disease. This slide corresponds to Table 12 in the full text.

[www.escardio.org/guidelines](http://www.escardio.org/guidelines) Eur Heart J 2013;34:2949–3003. doi:10.1093/eurheartj/ehs296

### Ergometrie - Abklärung unklarer THX

| Recommendations  | Class | Level |
|--|-------|-------|
| Exercise ECG is recommended as the initial test for establishing a diagnosis of SCAD in patients with symptoms of angina and intermediate PTP of CAD, free of anti-ischaemic drugs, unless they cannot exercise or display ECG changes which make the ECG non-evaluable. | I     | B     |
| Stress imaging is recommended as the initial test option if local expertise and availability permit.   | I     | B     |
| Exercise ECG should be considered in patients on treatment to evaluate control of symptoms and ischaemia.  | IIa   | C     |
| Exercise ECG in patients with $\geq 0.1$ mV ST-depression on resting ECG or taking digitalis is not recommended for diagnostic purposes.   | III   | C     |

### Ergometrie Indikation KHK

- **Nach MCI**
  - Klasse I Vor Entlassung zur Beurteilung von Prognose, körperlicher Leistungsfähigkeit und Medikation, sowie zur Steuerung eines Therapietrainings
  - Nach Entlassung zur Beurteilung von Prognose, körperlicher Leistungsfähigkeit, Medikation und zur Steuerung eines Therapietrainings wenn ein Belastungsversuch vorher nicht durchgeführt wurde (Symptom-imitiert (nach etwa 2-6 Wochen))
  - Zur Beurteilung von Prognose, körperlicher Leistungsfähigkeit, Medikation und zur Steuerung eines Therapietrainings alle 6-12 Monate
- **Bei asymptomatischen Personen ohne bekannte KHK**
  - Klasse I Zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit sowie zur Steuerung eines Therapietrainings bei Patienten mit kardiovaskulären Risikofaktoren
  - Klasse IIa Zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit sowie zur Steuerung eines Ausdauertrainings bei allen körperlich aktiven Personen
- **Vor und nach Revaskularisation**
  - Klasse I Nachweis myokardialer Ischämie vor etwaiger Revaskularisation
  - Beurteilung von Patienten mit rezidivierenden Symptomen (verdächtig für Ischämie) nach Revaskularisation
  - Beratung über das Ausmaß einer körperlichen Aktivität und/oder des Trainingsprogramms einer kardialen Rehabilitation

## Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology  
Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislaufkrankungen

**Praxisleitlinien Ergometrie**  
 Worsch M, Benet H, Klages M, Leimer H, Marko C, Pokan R, Schmid P, Schwann H  
 Journal für Kardiologie – Austrian Journal of Cardiology 2008;15 (Supplementum A – Praxisleitlinien Ergometrie), 3-17

Homepage:  
[www.kup.at/kardiologie](http://www.kup.at/kardiologie)  
 Online-Datenbank mit  
 Autoren- und Stichwortsuche

## Ergometrie Kontraindikationen

| Absolute Kontraindikationen  | Relative Kontraindikationen                      |
|--|--|
| Akutes Koronarsyndrom  | Hauptstammstenose                                |
| Symptomatische Herzrhythmusstörung und/oder eingeschränkte Hämodynamik | Klappenerkrankungen mäßigen Schweregrades        |
| Symptomatische hochgradige Aortenstenose                               | Bekannte Elektrolytstörungen                     |
| Dekompensierte Herzinsuffizienz  | Arterielle Hypertonie (RR > 180/100 mmHg)        |
| Akute Lungenembolie  | Tachyarrhythmie oder Bradyarrhythmie             |
| Akute Karditis (Endo-, Myo-, Perikarditis)                             | Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie          |
| Akute Aortendissektion   | Höhergradige AV-Blockierungen                    |
| Fieberhafte Infekte  | Anämie   |
| Akute Phlebothrombose der unteren Extremität                           | Physische und/oder psychische Beeinträchtigungen |

## Ergometrie Abbruchkriterien

**Absolute Abbruchkriterien**

- Abfall des systolischen RR um 10mm/Hg
- eindeutige Angina pectoris
- zerebrale Symptomatik (Verwirrtheit)
- Zyanose und Blässe
- technische Gründe
- Patientenwunsch
- anhaltende VT
- ST Hebung um 0.1mV (ausser in V1 und aVR)

**Relative Abbruchkriterien**

- Blutdruck über 250/115
- Zunehmende SVES, Couplets Triplets
- Horizontale oder deszendierende STT Senkungen > 0.2mV
- Tretfrequenz unter 40U/min

## Ergometrie Komplikationen

| Ereignis   | Häufigkeit  | Kommentar   |
|--|-------------|---|
| <b>Kardial</b>   |             |   |
| Morbidität   | < 0,05 %    | [56, 70]  |
| Tödliche Komplikationen  | 0,03-0,04 % | häufiger bei symptomlimitierter als bei submaximaler Belastung [57-59]  |
| Nicht tödliche Komplikationen  | 0,07-0,15 % | häufiger bei symptomlimitierter als bei submaximaler Belastung [57-59]  |
| Akuter MCI   | 0,035-0,1 % | 4-20 % der MCI während oder in 1. Stunde nach Belastung MCI 7 x häufiger als plötzlicher Herztod [5, 60-62]   |
| Plötzlicher Herztod  | < 0,005 %   | [64]  |
| Ventrikuläre Tachyarrhythmien  | 0,05-2,3 %  | bei hohem Risiko für ventrikuläre Arrhythmien bis 2,3 % [73, 74]  |
| Supraventrikuläre Tachyarrhythmien   | 3,4-15 %    | bei bekannten paroxysmalen supraventrikulären Arrhythmien [70, 75-77, 94, 95]   |
| Ventrikuläre Extrasystolie   | < 1 %       | Vorhofflimmern/flattern [5]   |
| Supraventrikuläre Extrasystolie  | 2-20 %      | Bei bekannter KHK in 7-20 %; 2-8 % bei asymptomatischen Patienten [4, 18, 19, 34]   |
| Paroxysmales Vorhofflimmern  | 4-24 %      | [70, 75-77, 94, 95]   |
| Passagerer Linksschenkelblock  | 0,8 %       | [94]  |
| Bradyarrhythmien   | 0,4 %       | Unabhängiger Risikofaktor für Tod und kardiovaskuläres Ereignis [93]  |
| Hypotonie  | 3-9 %       | Sick-Sinus-Syndrom, höhergradige AV-Blockierungen, chronotrope Inkompetenz, PM Dysfunktion [78-84]  |
| Hypertensive Blutdruckregulation   |             | bei koronarer Mehrgefäßerkrankung oder Hauptstammstenose, Kardiomyopathie mit hochgradig reduzierter Linksventrikelfunktion, linksventrikuläre Ausflusstriktion, Herzklappenerkrankung, Arrhythmien, vasovagale Reaktion, Antihypertensiva, Volumenmangel [85-90] |
| Ventrikulärseptum  |             | sehr seltenes Ereignis nach MCI [65, 66]  |
| Papillarmuskellabris   |             | sehr seltenes Ereignis nach MCI [67]  |
| <b>Nicht kardial</b>   |             |   |
| Intrakranielle Blutung [68], thromboembolisches Ereignis [69], transiente globale Amnesie [91] |             |   |
| Gelenksbeschwerden, Muskelschmerzen, Lumbalgie   |             |   |

## Ergometrie Befundung Dokumentation

**Table 21: Mögliche Ursachen eines falsch positiven Belastungs-EKG's**

**Kardiale Ursachen**

- Linkshypertrophie (Aortenitium, hypertensive Krise)
- Kardiomyopathie
- Mitralklappenprolaps
- WPW-Syndrom
- Myokarditis
- Ruhetachykardie
- ST-Streckenveränderungen > 0,05 mV in Ruhe
- Linksschenkelblock
- Erkrankungen des Perikards
- Nach Revascularisation einer KHK bis zu 3-6 Monate

**Extrakardiale Ursachen**

- Medikamente (Diuretika, Antiarrhythmika, Digitalis, Psychopharmaka, Katecholamine, Hormone)
- Hypokaliämie
- Hypertonie
- Schilddrüsenfunktionsstörungen (Hyper- und Hypothyreose)
- Geschlecht (Frauen)
- Anämie
- Hyperventilation

**Table 21: Mögliche Ursachen eines falsch negativen Belastungs-EKG's**

- Mangelnde Ausbelastung
- Rechtsschenkelblock, Linksschenkelblock
- Linksanteriorer Hemiblock
- Rechtshypertrophie
- Medikamente (Betablocker, Kalziumantagonisten, Nitrate, Nicorandil, Molsidomin)
- Koronare Eingefäßerkrankung
- Schrittmacher (Ventrikelstimulation)



Die Ergometrie empfiehlt sich für Patienten mit mittlerer Vortest-Wahrscheinlichkeit.

Patienten mit hoher Vortestwahrscheinlichkeit und typischer Symptomatik sollten primär invasiv oder radiologische Verfahren empfohlen werden.

Patienten mit geringer Vortestwahrscheinlichkeit haben häufig einen falsch positiven Befund.



**Erkennen der kardiologisch kranken Crew  
= LEBENSRETTENDE SOFORTMASSNAHME**

Fehler sind bei jeglicher Sorgfalt unvermeidlich. Medizinischer Alltag hat aber die Besonderheit, dass Fehler gerne vertuscht werden und für Fehlleistungen in den allermeisten Fällen ein Sündenbock ernannt wird.

(Zur Zeit ist das auch die Ergometrie!)






**„Sudden Incapacitation“** 

**Risikoreduzierung durch  
flugmedizinische Untersuchung?**

**Ja**

**Nicht nur Ruhe-EKG, Hgb, Harntest, Hör- und  
Sehfähigkeiten  
sondern unbedingt auch:**

**Blutuntersuchungen, Herzecho, Lungenfunktion  
routinemäßiges Belastungs- EKG, SpO2,  
Untersuchung der Halsgefäße,  
Oberbauch und Unterbauch- Sono**

14.12.2015





**Damit Sie auch morgen sicher  
fliegen!**



**FRAGEN ?** 



*Es gibt Männer und Frauen  
und welche die wechseln*



**Nur im Team gibt es Erfolg**