

 **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

 **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 Coronarsynndrome, 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** 

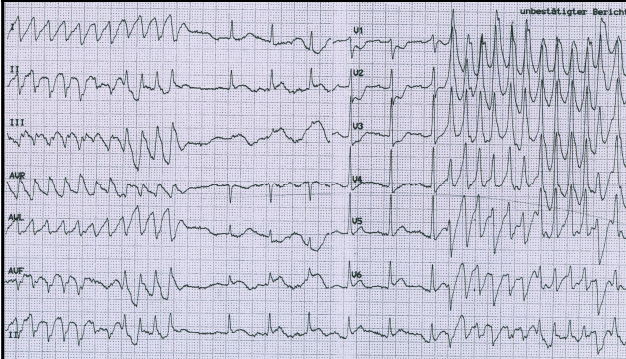
AV-Block 2. Grades
Typ Wenckebach 



AV-Block 2. Grades
Typ Mobitz 

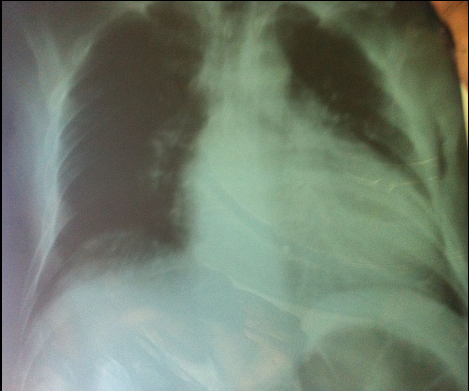
AV-Block 3. Grades 

Austrian  **Tachycarde
Rhythmusstörungen** 

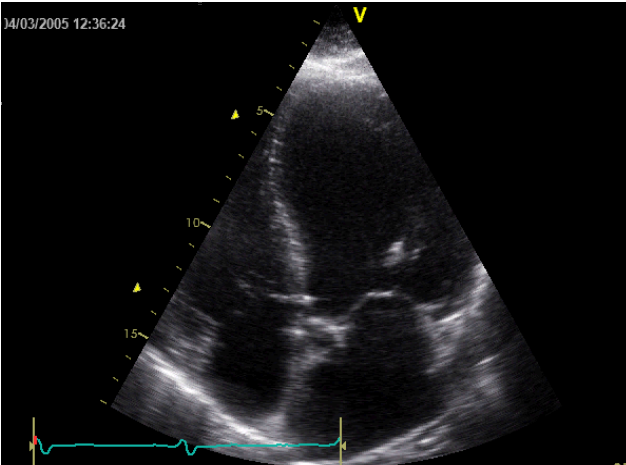
unbearbeiteter Bericht



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

➤ **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

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

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

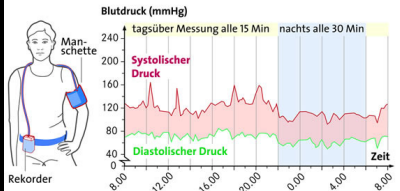
Part-MED der EU-VO 1178/2011

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.





Blutdruck (mmHg)

tagsüber Messung alle 15 Min nachts alle 30 Min

Systolischer Druck


Diastolischer Druck

Zeit

8,00 12,00 16,00 20,00 0,00 4,00 8,00

Man. schiette

Rekorder





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!

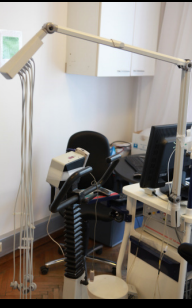
Niemand von uns würde ungetestet ein Auto kaufen – auch keinen Neuwagen.





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 ^a	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 ^b	79-88	81-91
Vasodilator stress echocardiography	72-79	92-95
Vasodilator stress SPECT	90-91	75-84
Vasodilator stress MRI ^b	67-94	61-85
Coronary CTA ^c	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.
^aResults without minimal referral bias. ^bResults obtained in populations with medium-to-high prevalence of disease without compensation for referral bias. ^cResults obtained in populations with low-to-medium prevalence of disease. This slide corresponds to Table 12 in the full text.

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 ≥ 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 (Supplement A – Praxisleitlinien Ergometrie), 3-17

Homepage:
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
Kardial		
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]
Nicht kardial		
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