Tabellen und Abbildungen zur Belastungsuntersuchung im Sport

DGSP

Leitlinien

DGSP
Deutsche Gesellschaft
für Sportmedizin und
Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Abb. 1: Dokumentationsbogen zur Ergometrie

Belastungs-EKG Ergometrie

AOK	LKK	BKK	IKK	VdAK	AEV	Knappschaft

Name d. Versicherten | Vorname | geb. am

Ehegatte / Kind / sonst. Angeh. | Vorname | geb. am

Arbeitgeber / Dienststelle / Mitglieds-Nr.

Wohnung des Versicherten

Körpergröße (cm) | Gewicht (kg) | Körperoberfläche (m^2)

Praxis-/Klinikstempel

Untersuchungsdatum | Uhrzeit | Station

Raumtemperatur (°C) | Luftfeuchte (%) | Luftdruck (mbar)

Untersucher

Diagnose / Fragestellung:

Medikamente bzw. Pause:

Belastungsart: ☐ Fahrradergometrie ☐ sitzend ☐ liegend ☐ Laufbandergometrie

Belastungsstufen

Zeit (min)	Watt	HF (min^{-1})	RRs/d (mm Hg)	ST-Strecke	Arrhythmie	Sympt. AP/D/E*
Ruhe						
Belastung						

Zeit (min)	Watt	HF (min^{-1})	RRs/d (mm Hg)	ST-Strecke	Arrhythmie	Sympt. AP/D/E*
Erholung						

* AP: Angina pectoris D: Dyspnoe E: Erschöpfung

Mitarbeit
- ☐ gut
- ☐ ausreichend
- ☐ unzureichend

Abbruch: objekt. Kriterien
- ☐ pathol. EKG-Befund
- ☐ RR-Anstieg
- ☐ RR-Abfall
- ☐ submax. Ausbel.
- ☐ max. Ausbel.
- ☐ Sonstiges

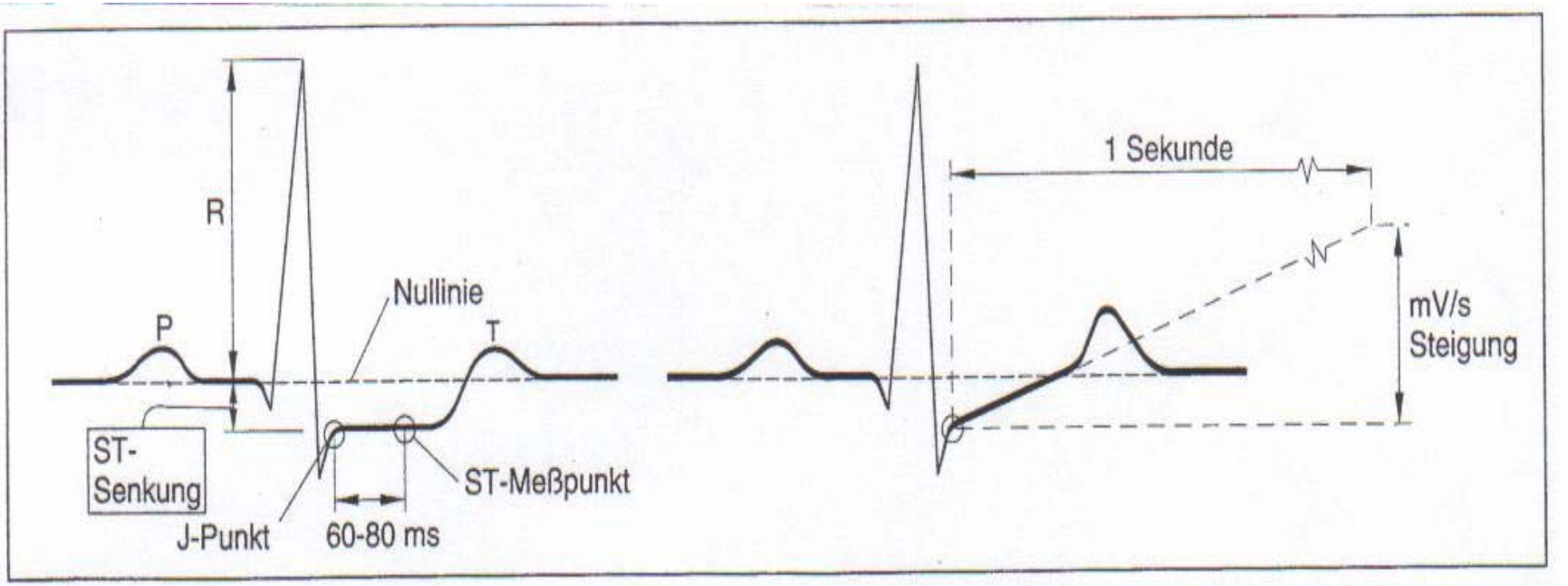
Abbruch: subjekt. Kriterien
- ☐ Herzschmerzen
- ☐ Dyspnoe ☐ leicht ☐ mittel ☐ schwer
- ☐ Angina pect.
- ☐ Schwindel
- ☐ muskul. Erschöpfung
- ☐ Sonstiges

Befunde:
- Ausbel. freq. Soll: /min Ist: /min
- Belastbarkeit Soll: Watt Ist: Watt

Beurteilung:

© DGSP Prof. Löllgen, Mai 2005

Abb. 2: Beurteilung des pathologischen Belastungs-EKG



Meßpunkte im EKG für die Bewertung der Ischämiereaktion während Belastung (links). Der rechte Teil erläutert die Auswertung der Steigung der ST-Strecke (modifiziert nach [11]).

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Tab. 1: Untersuchungsbedingungen für die Ergometrie

- **Voruntersuchung**
  - Anamnese
  - Körperliche Untersuchung
  - Ruhe-EKG
  - Blutdruck
  - Medikamentenanamnese
- **Methode**
  - Raumtemperatur 18 – 24° C
  - Relative Luftfeuchte (30 – 60 %, Abweichungen notieren)
  - Kalibriertes Ergometer
  - Monitorkontrolle
  - Fortlaufende EKG-Erfassung (Registrierung, Speichern)
  - Drehzahl: 60 – 90 U/min, bei Ausbelastung 90 – 100 U/min
  - Blutdruckmessung während Belastung
  - ***Defibrillator***: vorhanden, funktionstüchtig, eingeschaltet
- **Probanden**
  - Normale Körpertemperatur
  - 2 Std. Mindestabstand zur letzten Mahlzeit und zu schweren körperlichen Belastungen
  - 12 Stunden Abstand nach Alkohol und Nikotin
- **Medikamente**
  - Ausreichend lange Pause (z. B. Nitrate, ß-Blocker, Digitalis) oder aktuelle Einnahme dokumentieren
- **Untersucher**
  - Erfahrener Arzt **muss anwesend** sein

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Tab. 2: Indikationen zur Belastungsuntersuchung

- **Empfehlungen für Belastungen**
  - Sportärztliche Vorsorgeuntersuchung
  - Beurteilung der Leistungsfähigkeit
  - Vor Trainingsbeginn oder vor Freizeitsport
  - Objektivierung von Belastungsgrenzen nach Herzinfarkt, Herzoperationen oder PTCA
  - Bei Patienten mit kardialen oder pulmonalen Krankheiten (speziell bei Herzgruppenteilnehmern)
  - Zur Beratung von Patienten, die an Sportgruppen für Patienten teilnehmen wollen (Asthma, Diabetes u. a.)
- **Diagnostik**
  - Nachweis oder Ausschluss einer koronaren Herzkrankheit
  - Beurteilung der Schwere der koronaren Herzkrankheit
  - Nachweis symptomatischer oder stummer Ischämien
  - Chronotrope Herzfunktion
  - Nachweis belastungsinduzierter Arrhythmien
  - Nachweis einer Proarrhythmie unter antiarrhythmischer Therapie
  - Abklärung eines Belastungshochdruckes
  - Abklärung eines hyperkinetischen Herzsyndroms
  - Abklärung des Schweregrades einer Herzinsuffizienz
- **Therapieüberwachung**
  - Bei medikamentöser Therapie
  - Rehabilitationsmaßnahmen
  - Nach Interventionen wie:
    - PTCA: 5 Tage nach dem Eingriff, besser nach 4 Wochen sowie anschl. einmal jährlich oder je nach Symptomatik
    - ACVB: 4 Wochen nach der Operation sowie anschl. einmal jährlich oder je nach Symptomatik
    - Nach Schrittmachertherapie (speziell bei aktivitätsgesteuerten Systemen)
- **Prognoseabschätzung**
  - Nach Herzinfarkt zur Risikoabschätzung
  - Bei symptomatischen oder stummen Ischämien
  - Nach Interventionen (PTCA, ACVB)

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Tab. 3: Kontraindikationen der Belastungsuntersuchung

- **Kontraindikationen des Belastungs-EKG**
  - Erkrankungen von Herz, Kreislauf und Lunge mit erheblicher Beeinträchtigung der kardiopulmonalen Funktion
  - Instabile Angina pectoris mit Ruhesymptomatik
  - Dekompensierte Herzinsuffizienz
  - Akute Myo- oder Perikarditis
  - Kritische Aortenstenose
  - Schwere hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie
  - Unbehandelte maligne Arrhythmien
  - Symptomatischer höhergradiger AV-Block (sofern nicht angeboren)
  - Unbehandelter schwerer Bluthochdruck
  - Schwere pulmonale Hypertonie
  - Sonstige akute bzw. floride Erkrankung

- **Relative Kontraindikationen**
  (Durchführung in der Regel in der Klinik oder fachkardiologischen Praxis)
  - Angeborene oder erworbene Vitien
  - Vitien mit Synkopen
  - Frühphase nach Herzinfarkt
  - Schwerer arterieller Bluthochdruck
  - AV-Block II. und III. Grades
  - Linksschenkelblock
  - Komplexe ventrikuläre Arrhythmien (bei früherer Belastung oder im Langzeit-EKG)

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Tab. 4: Abbruchkriterien bei der Ergometrie

- **Patientenangabe**
  - Offensichtliche subjektive Erschöpfung
-
- **Symptome**
  - Schwindel, Angina pectoris III - IV, Dyspnoe
- **Befunde**
  - Stauungsgeräusche
- **Auftreten von Arrhythmien**
  - wie Kammertachykardien, ggf. Couplets, Salven, Vorhofflimmern, supraventrikuläre Tachykardien
- **Erregungsleitungsstörungen**
  - Auftreten von auffälligen QRS-Verbreiterungen oder von Schenkelblöcken, höhergradige AV-Blockierungen
  - auffällige QT-Verlängerung
- **Erregungsrückbildungsstörungen**
  - ST-Streckensenkungen über 0,2 mV in den Brustwandableitungen (Abb. 2)
  - Auftreten von ST-Hebungen
- **Hämodynamische Befunde**
  - Fehlender Blutdruckanstieg oder Blutdruckabfall auf den höheren Belastungsstufen
  - Übermäßiger Blutdruckanstieg (> 250 mmHg systolisch und/oder > 120 mmHg diastolisch)

Die Abbruchkriterien richten sich nach der Erfahrung des Untersuchers, der jeweiligen Fragestellung und den Möglichkeiten der Erstmaßnahmen bei Komplikationen.

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Tab. 5a: Richtlinien zur Fahrradergometrie

- **Ruhephase** vor Belastung: 3 Minuten
- **Gesamtdauer** der Belastung nicht länger als 10 – 12 Minuten
- **Stufenweise ansteigende Belastung** alle 2 Minuten
- **Beginn** allgemein mit 50 Watt, Patienten mit 25 Watt, Trainierte mit 100 Watt und mehr
- **Steigerung** um 50 Watt bzw. 25 Watt (je nach Trainingszustand), im Augbelastungsbereich ggf. Steigerung um 25 Watt
- Drehzahl 60 – 90 U/min, im Augbelastungsbereich bis 100 U/min
- **Nachbeobachtung** nach Belastung 6 Minuten
- Gewichtsbezogene Belastung nur bei Kindern

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Tab. 5b: Richtlinien zur Laufbandbelastung

- Ruhephase und Nachbeobachtung wie oben

- **Sportreibende:** Pro Stufe jeweils **3 Minuten**

Stufe	Geschwindigkeit (km/h)	Neigungswinkel (%)
1	9,0	0,5 - 1,5
2	10,8	0,5 - 1,5
3	12,6	0,5 - 1,5
4	14,4	0,5 - 1,5
5	16,2	0,5 - 1,5
6	18,0	0,5 - 1,5
7	19,8	0,5 - 1,5

Bruce-Programm für die Klinik

- **Normalpersonen:** Pro Stufe jeweils **3 Minuten**

Stufe	Geschwindigkeit (km/h)	Neigungswinkel (%)
1	2,75	10
2	4,0	12
3	5,5	14
4	6,785	16
5	8,0	18
6	8,85	20
7	9,65	22

- **Patienten:** Pro Stufe jeweils **3 Minuten**

Stufe	Geschwindigkeit (km/h)	Neigungswinkel (%)
0	2,75	0
1/2	2,75	5
1	2,75	10
2	4,0	12
3	5,5	14
4	6,75	16
5	8,0	18

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Tab. 6: Qualitätsmanagement in der Ergometrie

- **Strukturqualität** (apperativ)
  - Ergometer, Blutdruck-, EKG-Gerät
  - Elektroden, Umgebungsbedingungen
  - Monitor, Defibrillator
- **Prozessqualität**
  - Notfallmaßnahmen
  - Dokumentation (Untersuchungsprotokoll)
  - Vorbefunde
  - Weiterbildung
  - Beachtung von Indikationen und Kontraindikationen
- **Ergebnisqualität** (intern, extern)
  - Laufende Statistik
  - Jahresstatistik (Validität)
  - Vergleich mit externen Statistiken
  - Überprüfung an anderen Standards ("Falsch / richtig positiv", "Falsch / richtig negativ")
  - Kosten – Nutzen – Analyse

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Tab. 7: Skala zur Einschätzung des Anstrengungsempfindens nach BORG (RPE)

6	
7	Sehr, sehr leicht
8	
9	Sehr leicht
10	
11	Recht leicht
12	
13	Etwas anstrengend
14	
15	Anstrengend
16	
17	Sehr anstrengend
18	
19	Sehr, sehr anstrengend
20	

Zur Bestimmung des Anstrengungsempfinden soll der Proband gegen Ende der Belastung noch

während des Tretens angeben, wie anstrengend er das Treten empfindet; dabei soll eine **Zahl gemäß der Tabelle** genannt werden. Die Verbalisierung des Anstrengungsempfindens in der Tabelle dient nur der Orientierung.

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Tab. 8: Hinweise auf falsch positive und falsch negative Ursachen im Belastungs-EKG

- **Falsch negative Befunde durch**
  - Methodische Ursachen:
    - Unzureichende Belastungsintensität
    - Unzureichende EKG-Qualität
    - Frühzeitige muskuläre Erschöpfung
    - Falsche Beurteilung durch den Arzt
  - Kardiale Ursachen
    - Ein-Gefäß-Erkrankung
    - Rechtsschenkelblock
    - Links-anteriorer Hemiblock
    - Rechtshypertrophie
  - Medikamentöse Ursachen
    Untersuchung unter Einnahme von:
    - Betarezeptorenblockern
    - Nitraten
    - Calciumantagonisten
    - Chinidin oder Phenothiazin
- **Falsch positive Befunde durch**
  - EKG-Veränderungen in Ruhe
    - Linksschenkelblock
    - WPW-, LGL-Syndrom
    - Senkung der ST-Strecke > als 0,05 mV
  - Medikamenteneinfluss:
    - Digitalis, Diuretika, alpha-Methyldopa
    - Antiarrhythmika
  - Kardiale Erkrankungen
    - Aortenvitien
    - arterieller Bluthochdruck
    - Mitralklappenprolaps
    - Kardiomyopathien
    - Deutliche Ruhetachykardie
  - Sonstige Krankheiten
    - Hyperventilation
    - Hypokaliämie
    - Myxödem
    - CO-Exposition
    - Schwere Anämie

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Tab. 9: Beurteilung der Leistungsfähigkeit

- **Leistung in Watt**

  Beurteilung anhand von Referenzwerten der Sollleistung unter Beachtung von Alter, Geschlecht sowie ggf. Körpergröße und Gewicht
  - o Leistung (in Watt) oberhalb der zweifachen Standardabweichung: gute Leistungsfähigkeit
  - o Leistung innerhalb der zweifachen Standardabweichung: normale Leistungsfähigkeit
  - o Leistung unterhalb der zweifachen Standardabweichung: eingeschränkte Leistungsfähigkeit

  - o **Fahrradergometer-Arbeit** .
    Richtwerte für die körpergewichtsbezogene Leistung in Watt bei Fahrradergometerarbeit: Männer, 20 – 30 Jahre.

Leistung in Watt/kg Körpergewicht	**Leistungsfähigkeit**
< 2,0 Watt/kg/KG:	eingeschränkt
3,0 Watt/kg/KG	normal
3,5 Watt/kg/KG	befriedigend
4,0 Watt/kg/KG	gut
5,0 Watt/kg/KG	sehr gut
6,0 Watt/kg/KG	hervorragend

    Bei älteren Personen sind pro Dekade 10 % abzuziehen, bei Frauen liegen die Werte um 10 – 15 % niedriger.

  - o **Laufbandbelastung**

    Beurteilung der Leistungsfähigkeit nach der maximal erzielten Laufgeschwindigkeit: Männer, 20 – 30 Jahre.

Leistung in Meter/sec	**Leistungsfähigkeit**
< 2,0 m/s	eingeschränkt
3,0 m/s	normal
3,5 m/s	befriedigend
4,0 m/s	gut
5,0 m/s	sehr gut
6,0 m/s	hervorragend.

    Bei älteren Personen sind pro Dekade 10 % abzuziehen, bei Frauen liegen die Werte um 10 – 15 % niedriger.

- **Herzfrequenz bei gegebener Leistung**

  Einteilung wie bei Leistung in Watt. Die Herzfrequenz im maximalen Bereich ist ebenfalls auf den altersentsprechenden Referenzwert zu beziehen. Richtwerte in der Literatur. Beurteilt werden Abweichungen vom Mittelwert und das jeweils zweifache der Standardabweichung.

- **Weitere Kriterien zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit**
  - o Leistungsempfinden (RPE)
  - o Laktatwerte und spiroergometrische Werte während Belastung (Literatur siehe Text)

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005

Tab. 10: Indikationen zur Spiroergometrie

- **Beurteilung** des **Funktionszustandes** bei Patienten mit **Linksherzinsuffizienz** (Diagnostik, Therapiekontrolle, Prognose, Voruntersuchung vor Herztransplantation)
- **Beurteilung** in der **Herzschrittmachertherapie**:
  Abklärung der chrontropen Inkompetenz, Funktionskontrollen von frequenzgesteuerten Schrittmachersystemen
- **Abgrenzung** kardialer und pulmonaler Funktionseinschränkungen
- **Differentialdiagnose** der **Dyspnoe**
- **Objektivierung** der kardiopulmonalen **Leistungsfähigkeit** bei Gesunden und Kranken
- **Beurteilung** der Funktion bei **Lungenkrankheiten**
- **Beurteilung** der kardiopulmonalen Funktion bei **gutachterlichen Fragestellungen** (objektives Verfahren!)

DGSP
Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention - seit 1912
(Deutscher Sportärztebund) e.V.

© DGSP
Prof. Löllgen, Mai 2005