

SOP: Belastungs-EKG

Version 1.0 vom 24.10.2012

1	Benötigte Materialien	1
2	Vorbereitungen	1
3	Durchführung	1
3.1	Messposition	2
3.2	Ablaufbeschreibung	2
4	Abbruchkriterien	4
5	Nachbereitung/Reinigung der Gerätschaften	4
6	Anhang	4

1 Benötigte Materialien

- Fahrrad-Ergometer
- Blutdruckmanschette, Rolle Unterlegpapier
- EKG-Station inkl. Rechner, Drucker und EKG-Elektroden; Kontaktspray
- Nachschub prüfen: gelbe Ersatzpads, Druckerpapier, Kontaktspray, 2. Blutdruckmanschette, Einwegrasierer, ggf. manuelles Blutdruckmessgerät

Anforderung an den Messplatz

Der Messplatz sollte so gewählt werden, dass der Proband ungestört ist; ggf. Trennwand aufstellen.

2 Vorbereitungen

- EKG-Station einschalten (grüner Schalter an der Seite), Rechner hochfahren, Rad-Ergometer einschalten (grüner Schalter auf der Rückseite)
- Verbindung zwischen Fahrrad und Rechner vor Beginn eines Testtages prüfen
- Software „custo diagnostic“ starten
- Einen Probanden auswählen, „Belastungs-EKG“ anklicken, „Aufzeichnen“, „Starten“ (unten links): Übertragung/Verbindung funktioniert, wenn es einen Piep-Ton gibt und 6 Nulllinien für die Ableitungen angezeigt werden
- Vorgang „Beenden“ und Programm geöffnet lassen
- Blutdruckmanschette anschließen und testen
- Manschette am eigenen linken Arm anlegen
- Arm auf dem Lenker ablegen und manuelle Messung starten (Knopf oben links auf dem Display des Fahrrads)
- generelle Funktionsfähigkeit + Plausibilität der Messergebnisse beurteilen
- ggf. Manschette wechseln und erneut testen
- Elektroden überprüfen (Gelbe Pads drin? Kabel fest?)

3 Durchführung

Ziel ist es ein aussagekräftiges Belastungs-EKG des Probanden zu erhalten. Dafür setzt sich der Proband mit freiem Oberkörper auf das Fahrrad. Der Proband hat Zeit zur Ruhe zu kommen, während die Elektroden angelegt und die Probandendaten im Programm eingegeben werden.

Zunächst wird ein Ruhe-EKG aufgezeichnet und ausgedruckt. Nach Erläuterung des Belastungs-Tests durch den Untersucher wird die einminütige Ruhemessung gestartet, in der der Ruhe-Blutdruck gemessen wird; danach beginnt die Belastung. Der Untersucher steht während der Testung neben dem Fahrrad und vor dem Monitor. Sowohl der Untersucher als auch mögliche weitere Personen (z.B. Praktikanten) sollten sich nicht direkt vor dem Fahrrad positionieren.

Der Proband fährt bis zur subjektiven Ausbelastung. Nach Beenden der Belastungsphase fährt der Proband in der dreiminütigen Erholungsphase auf niedriger Belastungsstufe aus. Die Testergebnisse werden ausgedruckt und die entsprechenden Daten im Probandenbogen bzw. in der Datenbank notiert.

3.1 Messposition

Der Proband nimmt folgende Messposition ein:

- Sitzend auf dem Rad (es darf zu keiner Zeit stehend gefahren werden)
- Füße in Fußmanschetten verankert, ggf. helfen/enger stellen
- Sitzhöhe über die Pfeiltasten auf dem Display des Ergometers so regulieren, dass die Kniegelenke des Probanden beim nach-unten-Drücken des Pedals leicht gebeugt sind; hierfür den Probanden nach Einstellen der Sitzhöhe einige wenige Umdrehungen treten lassen und Sitzhöhe ggf. korrigieren.
- Hände greifen den Lenker; ggf. in Rücksprache mit dem Probanden durch Neigung des Lenkers angenehmere Position einstellen

3.2 Ablaufbeschreibung

1. Belastungs-EKG ankündigen, ggf. Trennwand aufstellen
2. Ggf. Größe und Gewicht (gemäß SOP) messen
3. Proband setzt sich mit freiem Oberkörper auf das Rad; weibliche Probanden führen die Untersuchung im (Sport-)BH oder Ähnlichem durch
4. Korrekte Messposition überprüfen, Einstellungen/Korrekturen vornehmen
5. Probanden suchen und Patientendaten aufrufen (Größe und Gewicht ggf. korrigieren und speichern) oder Probandendaten neu eingeben
6. Sog einstellen, Elektroden anlegen (s. Anhang 1), Kontaktspray nicht vergessen
 - a. Halten die Elektroden auf stark behaarter Brust trotz maximalen Sogs nicht, Anlegen durch den Probanden freirasieren lassen
7. Blutdruckmanschette auf Unterlegpapier anlegen und testen (manueller Start)
8. Ruhe-EKG

- a. Probanden bitten, kurz ruhig auf dem Rad zu sitzen und nicht zu reden
 - b. „Ruhe-EKG“ + „Automatisch aufzeichnen“ anwählen
 - c. Herzfrequenz kontrollieren und Ruhe-EKG „Starten“
 - d. Ausdruck wird automatisch angefertigt
9. Belastungs-EKG
- a. „Belastungs-EKG“ anwählen, Probanden erneut aufrufen
 - b. Belastungsschema (BAL/WHO) auswählen (ggf. Anfangslast anpassen)
 - c. Testdurchführung erläutern
 - d. Belastungs-EKG mit Ruhe-Messung „Starten“
 - e. Blutdruckmessung
 - RR während Belastung nicht (plausibel) gemessen → manuelle Zusatzmessung!
 - RR auf letzter Stufe nicht gemessen → Berücksichtigung bei Datenübertragung in DOSB-Bögen oder DaLiD (s.u.)!
 - nur bei privaten Probanden und in Ausnahmefällen manuelle RR-Messung durchführen (in der Regel 2. Untersucher notwendig)
10. Test bei Ausbelastung (Herzfrequenz im unteren Ausbelastungsbereich [200-Lebens-alter]) oder bei Auftreten eines der Abbruchkriterien (siehe unten) beenden
- a. Stufe zu Ende gefahren → $Watt_{max}$ und relative $Watt_{max}$ in Ausdruck ablesen
 - b. Stufe abgebrochen → Berechnung von $Watt_{max}$ + relative $Watt_{max}$
 - $Watt_{max} = Watt_{vorletzte\ Stufe} + (Watt_{Stufenhöhe} * t_{gefahrene\ Zeit\ auf\ letzter\ Stufe} / t_{Stufendauer})$
z.B. Abbruch bei BAL-Schema nach 2 Min. bei 250 Watt:
 $Watt_{max} = 250\ Watt + (50\ Watt * 2\ Min. / 3\ Min.) = 283\ Watt$
 - relative $Watt_{max}$ berechnen: $Watt_{max} / \text{Körpergewicht (kg)}$
11. Erholungsphase beginnen: In der 2. Phase sinkt die Last auf „0“ Watt → wieder auf 50 Watt hochstellen (ggf. nach Rücksprache mit Sportler höhere Wattzahl einstellen)
12. Sog abschalten, Elektroden und Blutdruckmanschette abnehmen; der Proband kann nun aufstehen und sich anziehen
13. Testbericht drucken, Ausdruck kurz prüfen
- keine Auffälligkeiten (→ Eintrag in DOSB-Bogen: siehe unten)
 - b. Auffälligkeiten im EKG
 - ST-Strecken-Veränderungen + Rhythmusstörungen (siehe Anhang 2)
 - **Wie erzeugt man manuell einen längeren Ausschnitt?**
14. Ausdruck in Mappe legen und Belastungs-EKG auf Laufzettel als erledigt abhaken
15. Dateneinträge

- a. DOSB-Bogen
 - nicht während der Untersuchung
 - Was? Wo?
- b. Einträge in DaLid
 - „Kardiopulmonale Gesundheitsbeurteilung“: RR_{Ruhe} , maximale Belastungsstufe (relative $Watt_{max}$, Hf_{max} , RR_{max}), ggf. Bemerkungen (z.B. Grund für Abbruch)
 - Die Beurteilung von Auffälligkeiten obliegt dem Arzt
 - RR auf letzter Stufe nicht gemessen → Eintrag des letzten RR bei dazugehöriger **relativer Belastung in Watt/kg (berechnen?!), Hf_{max} bleibt**

4 Abbruchkriterien

Beim Auftreten mind. eines der folgenden Kriterien ist der Test abubrechen:

- Subjektive Kriterien:
 - Schwindel, Übelkeit
 - Brustschmerz, Atemnot
- Objektive Kriterien:
 - Blutdruck sinkt während der Belastung (unter Ruhewert) wieder ab
 - Blutdruck 200/100 bei 100 Watt
 - EKG-Veränderungen (siehe Abbildungen in Anhang 2!) in Ableitung **V5** (Bildauschnitt links unten)
 - ST-Strecken-Senkung ab -0,2 mV
 - ST-Strecken-Hebung ab +0,1 MV
 - Rhythmusstörungen (siehe Abbildungen Anhang 2!)

Der Abbruch wird im Ausdruck vermerkt.

5 Nachbereitung/Reinigung der Gerätschaften

- Elektroden, Blutdruckmanschette und Fahrrad nach jedem Probanden desinfizieren
- Am Ende eines Untersuchungstages Elektroden öffnen, (nach mindestens 5 Untersuchungen gelbe Pads entnehmen) und Elektroden geöffnet trocknen lassen
- Programm schließen, Rechner herunterfahren, EKG-Station und Fahrrad über grüne Schalter ausschalten.

6 Anhang

- Anhang 1: EKG-Ableitungen

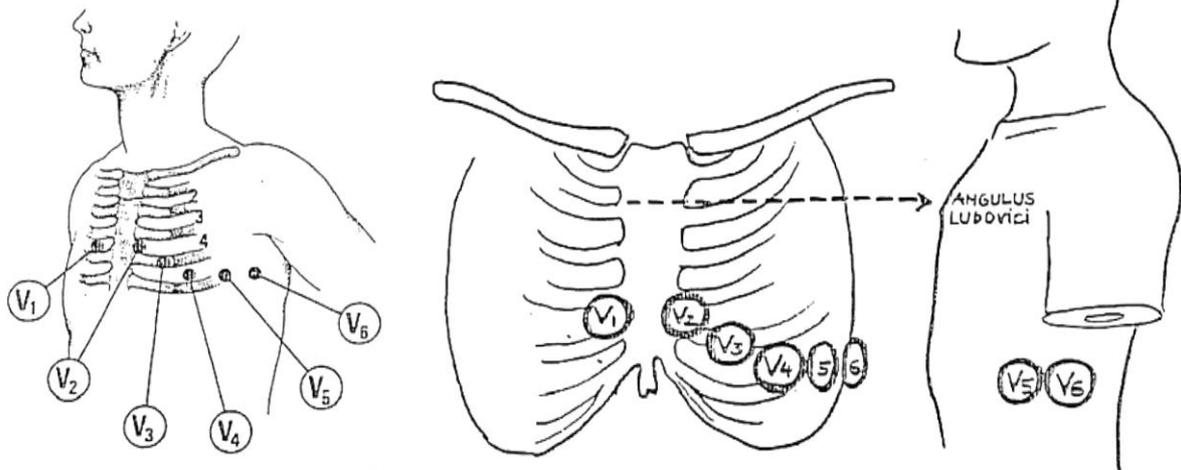
- Anhang 2: Beispiele für pathologische EKG-Veränderungen

Anhang 1: EKG-Ableitungen

EKG Ableitungen (Ruhe-EKG/Belastungs-EKG)

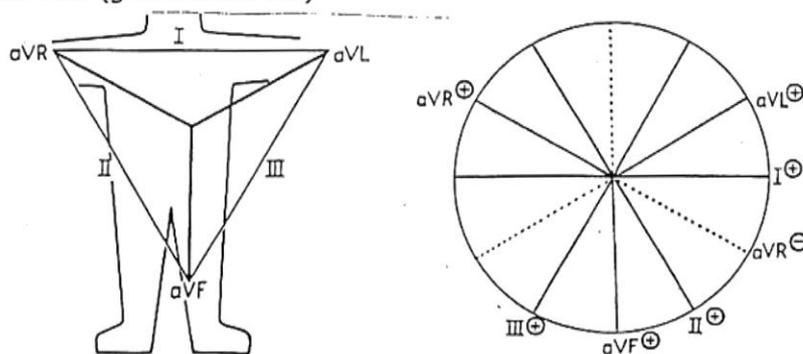
Unipolare Brustwandableitungen nach WILSON

- V₁ rechter Sternalrand 4 ICR (rot)
- V₂ linker Sternalrand (gelb)
- V₃ zwischen V₂ und V₄ (grün)
- V₄ 5. ICR Schnittpunkt mit der linken MCL-Linie (braun)
- V₅ in Höhe von V₄ in der vorderen Axillarlinie (schwarz)
- V₆ in Höhe von V₄ in der mittleren Axillarlinie (violett)



Bipolare Extremitätenableitungen nach EINTOVEN

- Rechter Arm (rote Elektrode)
- Linker Arm (gelbe Elektrode)
- Rechtes Bein (schwarze Elektrode – „Erde“)
- Linkes Bein (grüne Elektrode)

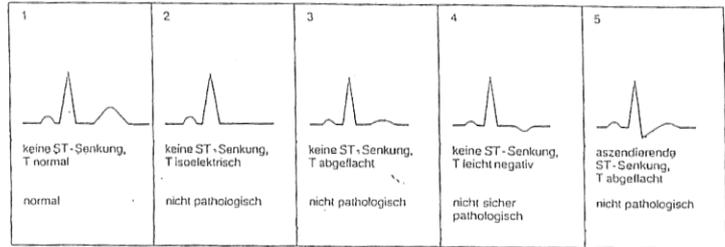


Beim **Belastungs-EKG** werden diese Elektroden auf dem Rücken angelegt (Anordnung: rote Elektrode rechts oben, gelbe Elektrode links oben, schwarze Elektrode rechts unten, grüne Elektrode links unten; die Elektroden sollten so weit wie möglich von einander entfernt positioniert werden)

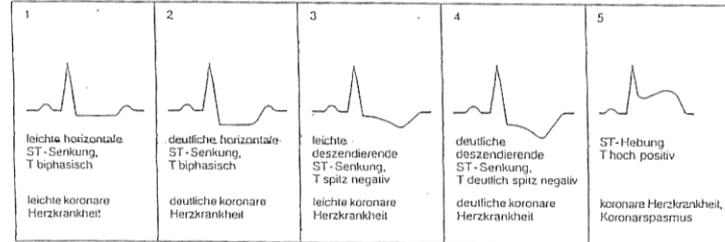
Anhang 2: Beispiele für pathologische EKG-Veränderung

I. ST-Strecken-Veränderungen

Keine pathologische Belastungsreaktion:

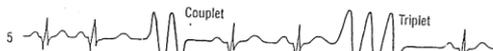
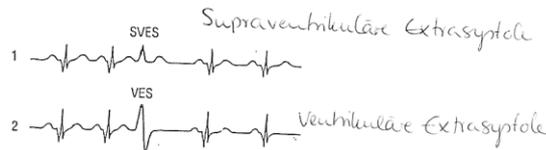
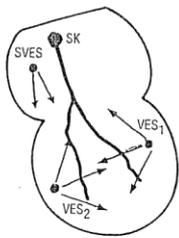


Pathologische Belastungsreaktion:



II. Rhythmusstörungen

Aus der Kategorie der (supra-)ventrikulären Rhythmusstörungen: Extrasystolen



Aus der Kategorie der Erregungsleitungs- und Leitungsstörungen: Atrioventrikulärer (AV) Block

