

Humanbiologie

Themen die zur Vorbereitung gehören

- das Grundprinzip von EKG/EMG
- Pulsmessung
- Reaktion
- Hautwiderstand

Literatur:

Klinke, Silbernagel „Lehrbuch der Physiologie“, Thieme 2001
Eckert, Randall, Burggren, French: „Tierphysiologie“, Thieme 2000
Campbell, „Biologie“, Spektrum Verlag, 2003

1. Versuche zur EKG- und EMG Messung

Grundlagen des Elektrokardiogramms (EKG)

Die Erregung des Herzens, die zur Kontraktion des Herzmuskels führt, ist ein elektrisches Phänomen. Bei der Erregungsbildung und –rückbildung entsteht ein elektrisches Feld, das durch den gesamten Körper geleitet wird, da der Körper aufgrund seines hohen Wasser- und Elektrolytgehaltes einen guten elektrischen Leiter darstellt. Mit dem EKG werden somit die Potentialdifferenzen aufgezeichnet, die von der Herzerregung herrühren. Es kann Auskunft geben über Herzlage, Herzfrequenz, Erregungsrhythmus und –ursprung und deren Störungen, jedoch nicht über die Kontraktion und Pumpleistung des Herzens.

Um das elektrische Feld, das vom Herzen stammt, aufzeichnen zu können, sind spezielle Ableitmethoden gefunden worden: Es gibt uni- und bipolare Extremitätenableitungen, sowie Brustableitungen. Es werden die bipolaren Extremitätenableitungen nach Einthoven durchgeführt. Nach Einthoven werden 3 Elektroden (Plus-, Minuspol und Erdelektrode) am rechten und linken Arm, sowie am linken Bein befestigt. Es gibt drei verschiedene Möglichkeiten der Ableitung:

Ableitung I: Pluspol – linker Arm/Minuspol – rechter Arm/Erde – linkes Bein

Ableitung II: Pluspol – linkes Bein/Minuspol – rechter Arm/Erde – linker Arm

Ableitung III: Pluspol – linkes Bein/Minuspol – linker Arm/ Erde – rechter Arm

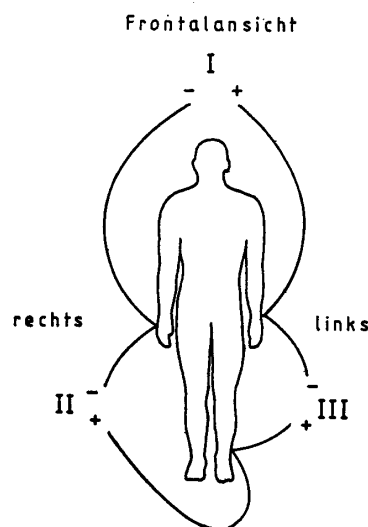


Abb. 1: Bipolare Extremitätenableitung nach Einthoven

Bei der Einthoven-Ableitung I ergibt sich ein Kurvenbild entsprechend untenstehender Abbildung. Es werden Zacken und Wellen aufgezeichnet, die laut internationaler Norm mit Buchstaben von P bis T bezeichnet werden. Der Abstand zwischen zwei Zacken heißt Strecke oder Segment. Zacken und Strecken bilden ein Intervall.

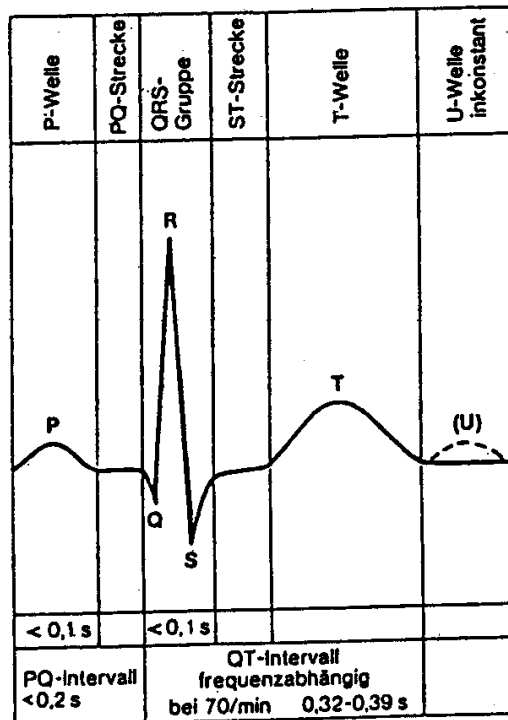


Abb. 2: Normalform des EKG bei bipolarer Ableitung nach Einthoven.

Die einzelnen Zacken des EKG lassen sich recht genau den elektrischen Aktivitäten in den einzelnen Herzabschnitten zuordnen. Man unterscheidet einen Vorhofteil, der von Beginn der P-Welle bis zum Ende der PQ-Strecke dauert und einen Kammerteil, der mit Q beginnt und mit dem Auslauf der T-Welle endet.

Vorhofteil:

Während der P-Welle breitet sich die Erregung beginnend im rechten Vorhof über beide Vorhöfe aus. Am Ende der P-Welle sind beide Vorhöfe vollständig erregt.

Kammerteil:

Die Erregung breitet sich dann über die Herzscheidewand (Kammerseptum) bis in die Herzspitze aus und breitet sich anschließend in beiden Kammern aus. Während der ST-Strecke sind beide Kammern vollständig erregt – analog der PQ-Strecke im Vorhofteil. Die T-Welle ist Ausdruck der Erregungsrückbildung.

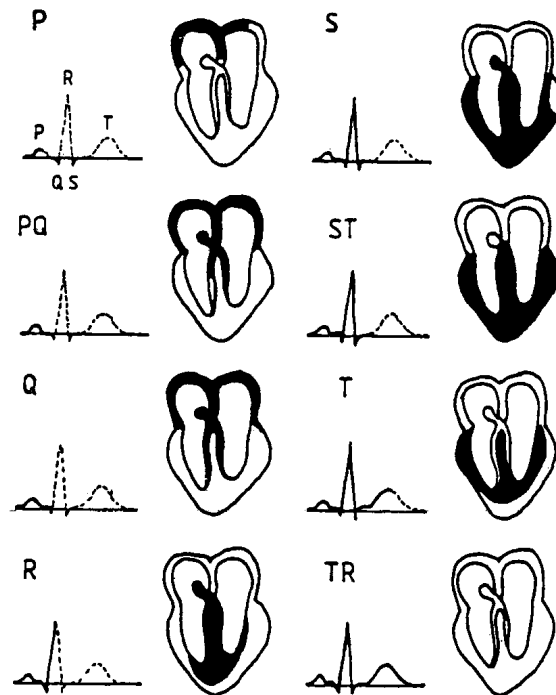


Abb. 3: Zuordnung von EKG und Erregungsphasen; schwarze Herzbereiche: erregte Abschnitte des Herzens

Die Normalform des EKG sieht nicht bei allen Menschen gleich aus ! Durch verschiedene Lagen der elektrischen Herzachse im Brustkorb kommt es zu Veränderungen der Höhe der einzelnen Zacken. Es sind jedoch immer P, Q, R, S, und T unterscheidbar.

Grundlagen des Elektromyogramms (EMG)

Im EMG werden von den über bestimmten Muskelpartien liegenden Hautfeldern Aktions- bzw. Muskelpotentiale abgeleitet und verstärkt.

Die bei der Aktivierung eines Muskels entstehenden Potentialänderungen lassen sich nach elektrischer Verstärkung mit dem Oszilloskop sichtbar bzw. mit einem Lautsprecher hörbar machen. Die Muskelpotentiale lassen sich bei eingeschaltetem Lautsprecher als starkes, bei Muskelanspannung sich verstärkendes Knattern hören.

Versuchsdurchführung

1.1 EKG-Ableitung nach Einthoven

Es werden die Ableitungen I, II und III in Ruhe festgestellt.

Die EKG/EMG Einheit wird an das Oszilloskop angeschlossen und auf EKG geschaltet. Der linke und der rechte Arm werden jeweils an der Innenseite des Unterarms (ungefähr 5-10 cm oberhalb der Handgelenks) mit Elektroden-Gel bestrichen. Ebenso verfährt man mit dem linken Unterschenkel auf der Innenseite (auf dem Wadenmuskel). Die Elektroden sind durch Beschriftung und Farbmarkierung gekennzeichnet, so dass sie nicht verwechselt werden können:

Rechter Arm : rot/RA
 Linker Arm : gelb/LA
 Linkes Bein (Fuß) : grün/LF

Durch Eindringen des Gummibällchens werden die Saug-Elektroden aufgesetzt.

Nach Einschalten des Gerätes stellt man den Drehknopf auf Ableitung I. Auf dem Oszilloskop kann man nun das Kurvenbild der Ableitung I sehen. Es werden nacheinander alle drei Ableitungen durchgeführt.

1.2 Einfluss von Kniebeugen auf das EKG

Es werden die Ableitungen I, II und III unter Belastung durchgeführt.

Bei angelegten Elektroden macht die Testperson ein paar Kniebeugen. Die Ableitungen I, II und III werden

- sofort
- alle 2 Minuten (bis max. 10 Minuten)

Welche Veränderungen können sie feststellen ?

1.3 Aktivierung motorischer Endplatten - EMG

Die EKG/EMG Einheit wird auf EMG gestellt, der Wahlschalter auf Stellung I.

Die Elektroden RA und LA des Bausteins werden nun auf dem Bizeps der Testperson befestigt und zwar so, dass sich die Elektroden ca. 5 cm voneinander entfernt befinden. Die dritte Elektrode bringt man auf der gegenüberliegenden Seite des Bizeps (Außenseite) an. Zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit der Saugelektrode dient das Elektrodengel.

Sind die Elektroden befestigt, kann das Gerät eingeschaltet werden. Wird der Arm ruhig gehalten, zeigt sich vorwiegend ein Aufleuchten der grünen Lampe, der Lautsprecher lässt ein leichtes Knattern hören. Durch Beugen des Arms, erst langsam dann schneller, auch rhythmisch verschieden, lassen sich die Muskelpotentiale des Bizeps sichtbar und hörbar machen.

Es werden nun verschiedene Übungen, wie z.B. Liegestütz (Saugelektrode am Trizeps !) durchgeführt und die Veränderungen des Muskelpotentials notiert. Die Testperson befindet sich hierzu bereits in der Liegestützhaltung. Wird nun der Liegestütz durchgeführt, lässt sich bei jeder Übung, in der der Körper vom Boden weggehoben wird, ein starkes Rauschen des Lautsprechers, sowie ein starkes Pulsieren der Blinkanzeige wahrnehmen.

3. Versuche zur Pulsmessung

Die Pulswellen sind Druckwellen, die durch die Kontraktion des Herzens ausgelöst werden. Sie breiten sich im Blutgefäßsystem unterschiedlich schnell aus, wobei die Elastizität der Gefäßwände eine erhebliche Rolle spielt. Die Pulswellen lassen sich auszählen, wobei die Pulsfrequenz ein direkter Indikator für körperliche, geistige und seelische Belastung ist.

Versuchsdurchführung

3.1 Bestimmung der Pulsfrequenz mit herkömmlichem Verfahren

Bei dieser Bestimmung der Pulsfrequenz werden Zeigefinger – und Mittelfingerkuppe nicht allzu fest auf die Arteria radialis (Handgelenk, Daumenseite) gepresst. Der Puls ist tastbar als rhythmische Ausweitung der Arteria radialis.

Normalwerte:

ALTER	PULSSCHLÄGE/Min.
Neugeborene	ca. 140
2 Jahre	ca. 120
4 Jahre	ca. 100
10 Jahre	ca. 90
14 Jahre	ca. 85
Erwachsener	ca. 70 – 80
im Alter	ca. 80 - 85

3.2 Bestimmung der Pulsfrequenz mit Biocord

Der Ohrclip wird am Ohrläppchen befestigt (alternativ: Fingerspitzen). Das Messprinzip beruht auf der Durchstrahlung des Ohrläppchens mit Infrarotlicht. Auf der einen Seite des Ohrclip befindet sich dazu eine kleine Infrarotdiode, auf der anderen Seite eine Fozozelle. Die auftretende Infrarotstrahlung erzeugt in der Fozozelle eine Spannung, die sich mit der Intensität der Strahlung ändert. Die Blutmenge an der Messtelle ändert sich im Rhythmus des Pulsschlages; dies führt zu einer periodischen Veränderung der Infrarotintensität was wiederum an der Fozozelle zu periodischen Spannungsänderungen führt. Die Zeitdifferenz der jeweiligen Spannungsspitzen dient zur Berechnung der Pulsfrequenz.

Nach Einschalten des Gerätes leuchtet die Blinkanzeige im Rhythmus des Pulses. Mit Hilfe einer Stoppuhr lässt sich die Pulsfrequenz pro Minute bestimmen. Zusätzlich erfolgt eine Auswertung mit dem Oszilloskop. Um den Pulsschlag hörbar zu machen kann der Lautsprecher zugeschaltet werden.

3.2 Bestimmung der Pulsfrequenz vor, während und nach Belastung

- Bestimmung der Pulsfrequenz vor der Belastung (Pulsfrequenz notieren).
- Bestimmung der Pulsfrequenz bei stationärer Belastung (Kniebeugen, Liegstützen). In regelmäßigen Abständen die Pulsfrequenz ablesen und notieren, dabei kann die Belastung auch kurzzeitig unterbrochen werden. Den Zeitpunkt der Messung ebenfalls notieren.
- Puls direkt nach der Belastung ablesen und notieren
- Messen nach der Erholungsphase: Pulsfrequenz nach 10 sec., 30 sec., 1, 2, 3, 5 min.
- aus den Messergebnissen eine Kurve erstellen

3.3 Pulsfrequenzbestimmung nach Zigarettenrauchen

Zuerst wird bei einer Testperson die Ausgangspulsfrequenz mit der herkömmlichen Methode am Handgelenk bestimmt. Dann raucht die Testperson in ca. 5 min. eine Zigarette (vor dem Haus !!). Die Beobachtung der Pulsfrequenz erfolgt jede Minute über 10 min. nach dem Rauchen. Die Messergebnisse in einer Kurve darstellen und mit den anderen Ergebnissen vergleichen.

2. Versuche zur Reaktionsmessung

Die Reaktionszeit setzt sich zusammen aus der Zeit, die zum Erkennen eines Reizes notwendig ist, der Nervenleitungsgeschwindigkeit und der Ansprechgeschwindigkeit der Muskeln auf den Nervenreiz. Die Reaktionszeit kann nur bestimmt werden, wenn der Testperson mehrere Alternativen zur Reaktion offenstehen (z.B. verschiedene Leuchtdioden, die durch das Drücken unterschiedlicher Tasten beantwortet werden können). Gibt es nur eine Handlungsmöglichkeit, erfolgt innerhalb eines kurzen Übungszeitraumes eine Bahnung zwischen Nervensystem und Muskulatur.

Versuchsdurchführung

2.1 Bestimmung der Reaktionszeit in Ruhe und unter Stresseinfluss

Bemerkung: Alle Testpersonen sollen, soweit möglich, die gleichen Testbedingungen haben. Das betrifft vor allem die Länge des Weges der Finger zu den Farbtasten

a) Reaktionszeit in Ruhe

Die Testperson erhält einige Minuten Gelegenheit, sich zu entspannen. Dann werden 10 Reaktionsmessungen durchgeführt und der Mittelwert der Reaktionszeit errechnet.

b) Reaktionszeit während geistiger Arbeit

Hierbei soll die Testperson einfache Rechenaufgaben lösen und zwischen den einzelnen Rechenaufgaben ihre Reaktionszeit messen (10 Einzelmessungen).

c) Reaktionszeit unter Lärmstress

Die Testperson wird durch Händeklatschen oder Klingelgeräusche gestresst.

4. Messung des Hautwiderstandes

Der Hautwiderstand ist u.a. ein Maß für den seelischen Anspannungs – bzw. Entspannungszustand, der vom limbischen System geregelt wird. Das limbische System ist ein phylogenetisch älterer Teil des Säugerhirns, das fast alle angeborenen Verhaltensweisen und Emotionen steuert. Weil der Hautwiderstand eine elektrische Größe ist, kann er sich innerhalb von Sekundenbruchteilen durch äußere Einflüsse ändern.

Verursacht werden diese Veränderungen des elektrischen Hautwiderstandes durch eine Aktivierung kleinster schweißabsondernder Hautdrüsen durch den Sympatikus. Diese Drüsen verändern bei Aktivierung ihren elektrischen Widerstand. Die Zahl der aktivierten Drüsen ist für das Maß der Widerstandsänderung verantwortlich. Die eher geringe Menge an abgesondertem Schweiß hat dagegen nur einen relativ kleinen Anteil an den Widerstandsänderungen.

Angst, Freude, Stress oder der Orientierungsreflex sind Faktoren, die ihre direkt messbare Ausprägung in Widerstandsveränderungen finden. Steigt die emotionale Erregung durch die Aufnahme von Stressreizen, sinkt der Hautwiderstand ab. Die Latenzzeit zwischen einem Reiz und absinken des Hautwiderstandes beträgt 1-2 Sekunden. Die Rückkehr zum Ausgangswert ist abhängig von Dauer und Stärke des vorausgegangenen Reizes (10 Sekunden bis mehrere Minuten).

Versuchsdurchführung

Der gemessene Hautwiderstand wird in unterschiedlich hohe Töne umgesetzt: wird die Testperson Stress ausgesetzt, steigt die Frequenz des Tones, entspannt sie sich, wird der Ton tiefer. Die geeignetsten Stellen zur Messung des Hautwiderstandes sind die Innenseiten der Fingerspitzen, die Handinnenflächen und Fußsohlen.

4.1 Einfluss von Lärm und Entspannung auf den Hautwiderstand

Die Elektroden werden mit einem Tropfen Elektrodengel versehen und an den Fingerspitzen von Zeige – oder Ringfinger einer Hand befestigt. Das Klettband sollte stramm am Finger liegen, damit die Elektroden nicht verrutschen können. Die Hand wird auf dem Tisch abgelegt. Nach dem Anlegen der Elektroden und Anschalten der Lautsprecher wird mit Hilfe der Fein – Grobeinstellung eine mittlere angenehme Tonhöhe mit möglichst geringer Lautstärke einjustiert (Grundeinstellung). Die Testperson schließt die Augen, lehnt sich im Stuhl zurück und denkt an etwas entspannendes (z.B. eine Südseeinsel o.ä.). Innerhalb der nächsten 30 bis 60 Sekunden wird bei den meisten Menschen die Tonhöhe ansteigen. Danach sinkt sie relativ schnell (ca. 30 sec.) wieder ab. Personen, die sich besonders gut entspannen können, sind sogar in der Lage den Ton völlig abzustellen.

In dieser Phase der Entspannung kann man spezielle Stressreize auf die Testperson einwirken lassen (z.B. lautes Händeklatschen, Klingelgeräusche, etc.), die sofort zu einem drastischen Absinken des Hautwiderstandes und dadurch zu einer Frequenzerhöhung des erzeugten Tones führen.

5. Versuche mit dem Gesichtsfeldmessgerät (Perimeter)

Die Fähigkeit, Kopf und Auge zu bewegen, ermöglicht es dem Menschen in viele verschiedene Richtungen zu blicken. Dabei erscheint im visuellen Bild nur dasjenige Objekt als scharf, welches vom Auge fokussiert wurde. Wenn ein anderer Gegenstand scharf erkannt werden soll, dann muss das Auge bewegt und von neuem fokussiert werden. Gewöhnlich läuft dieser Vorgang unbewusst ab. Die nachfolgenden Versuche sollen die Wichtigkeit veranschaulichen, welche unser peripheres Gesichtsfeld im Alltag hat, z.B. beim Fahrradfahren oder anderen alltäglichen Verrichtungen. Dabei soll die Einschränkung des Gesichtsfeldes und die Bedeutung der Augenbewegung erkannt und beurteilt werden. In einem Vorversuch sollen Sie sich in einem Winkel von etwa 120° zu einem Gegenstand aufstellen und den Blick starr geradeaus richten. Stellen Sie dabei fest, ob Sie den Gegenstand wahrnehmen. Durch Drehen des Kopfes soll dann der Winkel bestimmt werden, ab dem der Gegenstand in das Blickfeld tritt.

Die Messungen werden mit einem Gesichtsfeldmessgerät (Perimeter) durchgeführt:

Versuchsdurchführung:

Die Testperson hält das Perimeter an den Griffen waagrecht mit der Einbuchtung an die Stirn. Die Fokussiermarkierung auf der Unterseite des Perimeters wird heruntergeklappt. Die Griffe werden mit beiden Händen gehalten und die Ellenbogen auf den Tisch aufgestützt. Der Test soll mit nur einem offenen Auge durchgeführt werden.

5.1 Gesichtsfeldmessung bei unbewegten Augen

Der Testschenkel am Gerät wird am grünen Knopf rechts über 120° hinaus bewegt und eine Testkarte mit einem Symbol wird in den Schlitz des Perimeterschenkels geschoben. Dabei darf die Testperson die Buchstaben natürlich nicht erkennen ! Die erste Gesichtsfeldmessung erfolgt, indem der Tester den Perimeter langsam nach vorne bewegt. Die geringste Augenbewegung verfälscht das Ergebnis, deshalb ist eine Kontrolle durch andere Personen notwendig. Sobald die Sichtkarte in das Gesichtsfeld der Testperson getreten ist, meldet sie dies. Die abgelesene Gradzahl wird auf der rechten Seite der Perimeter-Skala im Protokollbogen mit einem „S“ (Sicht) eingetragen.

5.2 Lesefeld-Messung bei unbewegten Augen

Bei der Lesefeld-Messung ist besonders darauf zu achten, dass die Testperson die Augen nicht Richtung Lesekarte bewegt. Der Tester schiebt den Perimeter-Arm weiter nach vorne. Sobald die Testperson das Buchstabenpaar lesen kann, nennt sie die Buchstaben und die abgelesene Gradzahl wird im Protokollbogen mit „L“ (Lesen) eingetragen.

- Beide Messungen werden für das andere Auge wiederholt. Dabei sollen auch die Sichtkarten ausgetauscht werden. Für jede Testperson sollen die Messungen für das rechte und linke Auge mit je drei Sichtkarten durchgeführt werden.

5.3 Gesichtsfeld- und Lesefeldmessungen mit bewegten Augen

Die Gesichts- und Lesefeldmessungen werden durchgeführt wie oben beschrieben, die Testperson darf dabei jedoch die Augen so weit wie möglich in Richtung der Sichtkarte bewegen.

Auswertung

Errechnen Sie aus den verschiedenen Messungen ein durchschnittliches Gesichtsfeld und ein durchschnittliches Lesefeld. Stellen Sie die Ergebnisse mit unbewegten und bewegten Augen gegenüber und diskutieren Sie diese.

Protokollkarte

