

# Nervensystem

## 1. Untersuchung der Blut-Hirn Schranke und neurogener Entzündung bei Ratten

Wir betäuben die Ratte, dann injizieren wir 1 ml 1%-ige Evans Blau-Lösung in die Schwanzvene (die Vene ist besser sichtbar, wenn man den Rattenschwanz für kurze Zeit in warmes Wasser hält). Danach wird die behaarte Oberfläche der Hinterpfote der Ratte mit 5 %-igem Senföl (Allylthiocyanat) eingepinselt und in ein Ohr mittels Pinzette gezwickt.

Nach 30 Minuten eröffnen wir den Brustkorb, entfernen den Herzbeutel und heben das Herz etwas hoch. Nun schneiden wir in das rechte Herzhorn und in die linke Kammer und führen eine Kanüle durch das Herz. Das Tier wird durch die Kanüle zuerst mit physiologischer Kochsalzlösung perfundiert, bis die aus dem rechten Herzhorn fließende Lösung klar erscheint. Anschließend perfundieren wir die Ratte mit 4%-igem Formalin (Formalin fixiert das Gewebe). Als nächstes entfernen wir das Gehirn und untersuchen an welchen Stellen man eine Blaufärbung sieht.

Evans Blau ist eine an Albumin gekoppelte Farbe, die die Blut-Hirn Schranke nicht passieren kann und dadurch das Hirngewebe nicht färbt. Blaue Farbe erscheint nur dort wo die Blut-Hirn Schranke fehlt, also z.B. bei der Zirbeldrüse, Hypophyse und der Area postrema.

Senföl hat eine starke sensorisch erregende Wirkung. Dadurch werden gefäßwirksame Proteine aus den chemosensorischen Nervenendigungen freigesetzt, welche das eingepinselte Hautareal innervieren. Das Peptid calcitonin-gene related peptide (CGRP) verursacht Vasodilatation und substance P (SP) erhöht die Permeabilität der Gefäßwand, deshalb gerät die an Albumin gekoppelte Evans Blau Lösung aus den Gefäßen in das betroffene Gewebe und bleibt auch nach Auswaschung des Gefäßsystems im Gewebe sichtbar. Dieses Phänomen ist besonders gut sichtbar, wenn man die Farben der behandelten Pfote mit der Farbe einer nicht-behandelten Kontrollpfote vergleicht. Eine ähnliche Blaufärbung kann man auch am Ohr an der gezwickten Stelle beobachten.

## **2. Eigenreflexe (Dehnungsreflexe, Myotatische Reflexe)**

Bei Eigenreflexen sind Rezeptor und Effektor im selben Organ lokalisiert. Der Reiz löst eine Reflexantwort im Muskel aus, in dem er entstanden ist (eigener Reflex). Muskeldehnungsreflexe werden durch leichten Schlag mittels Reflexhammer auf die Sehne eines Skelettmuskels ausgelöst, und nach dem Auslösemodus auch als "T-Reflex" (*tendon* = Sehne) bezeichnet. Die Eigenreflexe werden entweder in sitzender oder liegender Position an vollkommen relaxierten Muskeln ausgelöst. Man bewertet dabei die Intensität der Reflexantwort und die Reflexzeit.

### **Reflexantwort kann sein:**

- normal
- gesteigert

**Gesteigerte Reflexe können von der normalen Stelle ausgelöst werden (z.B.: bei Hyperthyreose) oder auch von anderer Stelle (Hyperreflexie; z.B.: man kann den gesteigerten Patellarsehnenreflex auch mit einem Schlag auf das Schienbein auslösen). Im letzteren Fall ist die Reflexzone erweitert.**

. sie kann fehlen (Hypo- oder Areflexie).

### **a, Arm-Eigenreflexe:**

*Bicepsreflex* ("*Bizepssehnenreflex*")

- Proband hält den rechtwinklig gebeugten Oberarm leicht adduziert.
- Versuchsleiter drückt seinen Daumen auf die Sehne des M. biceps brachii und schlägt mit dem Reflexhammer auf seinen Daumen.
- Die Innervation erfolgt über den N. musculocutaneus.
- Das Reflexzentrum liegt im Rückenmarksegment C5/C6.
- Reflexantwort ist die Beugung des Unterarms im Ellenbogengelenk.

### *Tricepsreflex ("Trizepssehnenreflex")*

- Man muss hierzu den Oberarm des Probandes anheben und waagrecht halten. Der Unterarm hängt runter. Der Versuchsleiter schlägt proximal des Olecranon auf die Sehne (sie ist sehr kurz!) des M. triceps brachii.
- Die Innervation erfolgt über den N. radialis.
- Das Reflexzentrum liegt im Rückenmarksegment (C7/C8).
- Reflexantwort ist die Streckung im Ellenbogengelenk.

### *Brachioradialisreflex ('Radius-Periost-Reflex')*

- Der Versuchsleiter beugt den Oberarm des Probandes zu einem 90° Winkel.
- Der Versuchsleiter schlägt auf die radiale Kante des Radiusköpfchens am Unterarm des Probandes oder auf die Sehne des M. brachioradialis.
- Das Reflexzentrum liegt im Rückenmarksegment C5/C6.
- Reflexantwort ist die Beugung des Unterarms im Ellenbogengelenk und eine kleine Dorsiflexion der Hand.

## **b, Bein-Eigenreflexe:**

### *Quadricepsreflex ("Patellarsehnenreflex")*

- Der Proband liegt auf dem Rücken; die Knien sind leicht gebeugt, die Fersen aufgestützt.
- Der Versuchsleiter führt die linke Hand unter den Kniekehlen des Probandes durch und hebt die Kniekehlen leicht an.
- Der Versuchsperson schlägt mit dem Reflexhammer unterhalb der Patella auf die Sehne des M. Quadriceps femoris.
- Der Reflex kann auch in einer sitzenden Position mit hängenden Beinen ausgelöst sein.
- Die Innervation erfolgt über den N. femoralis.
- Das Reflexzentrum liegt im Rückenmarksegment (L4).
- Reflexantwort ist die Extension des Beines infolge der Kontraktion des M quadriceps femoris.

Es kann vorkommen, dass der Patient seine Muskeln nicht vollkommen relaxieren kann. Dies beeinträchtigt die adäquate Auslösung der Reflexe. In diesem Fall kann man den Jendrassik-Handgriff anwenden: der Patient verhakt seine Hände vor dem Brustkorb und zieht sie auseinander. Während der Patient diesen

Handgriff ausführt, versuchen wir den Reflex wieder auszulösen. Infolge der freiwilligen Kontraktion der Hände erhöht sich der basale Tonus in der Formatio reticularis im Hirnstamm, und infolgedessen erhöht sich die Aktivität der absteigenden exzitatorischen Bahnen. Dies führt dazu, dass man die Reflexe einfacher auslösen kann, bzw. diese besser sichtbar werden.

#### *Triceps-surae-Reflex ("Achillessehnenreflex")*

- Der Proband liegt auf dem Rücken; Der Versuchsleiter hält das Bein, flektiert den Fuß nach dorsal und schlägt mit dem Reflexhammer auf die Achillessehne,- Die Innervation erfolgt über den N. tibialis.
- Das Reflexzentrum liegt im Rückenmarksegment (S1).
- Reflexantwort ist die Plantarflexion des Fußes.

Wenn man eine Plantarflexion nicht sehen kann, kann man dennoch eine diskrete schiebende Bewegung des Fußes beobachten. Dieser Reflex kann auch in kniender Position ausgelöst werden.

### **3. Fremdreﬂexe**

Bei Fremdreﬂexen liegen Rezeptor und Effektor in unterschiedlichen Organen. Sie werden meist mit Hilfe des Hammerschafts oder einer stumpfen Nadel ausgelöst.

#### **a, Fremdreﬂexe am Kopf:**

##### *Kornealreflex (Trigeminofazialer Reflex)*

- Der Proband sitzt mit offenen Augen und richtet seinen/ihren Blick geradeaus nach vorne.
- Der Versuchsleiter zieht wenige Fasern aus einem Wattebausch heraus und verdrillt sie zu einem spitzen Bündel.
- Der Versuchsleiter berührt mit der Spitze des Wattebauschs von lateral her vorsichtig die Cornea der VP.
- Die Innervation erfolgt über den N. ophthalmicus (Hirnnerv V1) des N. trigeminus (Hirnnerv V).
- Das Reflexzentrum liegt in der Medulla oblongata.
- Reflexantworten sind: vermehrter Tränenfluss, Blinzeln und Lidschluß.

## **b, Fremdreﬂexe am Rumpf:**

### *Bauchhautreflex*

- Der Proband liegt entspannt auf dem Rücken, die Beine sind gestreckt und die Bauchdecke ist frei zugänglic.
- Der Versuchsleiter streicht sanft von lateral nach medial mit einer Nadel, jeweils links und rechts der Linea alba. Dies wird in drei Höhen durchgeführt um die Gebiete von Th 6-8, Th 8-10 und Th 10-12 zu untersuchen.
- Die Innervation erfolgt afferent über Hautäste der Interkostalnerven 6-12.
- Die Reflexzentren liegen in den Thorakalsegmenten 6-12 des Rückenmarks.
- Reflexantwort ist die Anspannung der Bauchdecke mit Verschiebung des Nabels.

## **c, Fremdreﬂexe an Beinen:**

### *Fußsohlenreflex*

Der Proband liegt entspannt auf dem Rücken, die Beine sind gestreckt. Die laterale Seite der Fußsohlen wird mit dem Schaft des Hammers mittelstark stimuliert.

- Die Innervation erfolgt über den N. tibialis.
- Das Reflexzentrum liegt im Rückenmarksegment (L<sub>5</sub>-S<sub>2</sub>).
- Reflexantwort ist die Plantarflexion aller Zehen und Dorsiflexion des Fußes, bei starker Stimulation zusätzlich noch Flexion im Knie- und Hüftgelenk.

### *Kremasterreflex*

Der Proband liegt entspannt auf dem Rücken, die Beine sind gestreckt. Die Haut der Oberschenkelinnenseite wird mit dem Schaft des Hammers stimuliert.

Die Innervation erfolgt über den N. genitofemoralis.

Das Reflexzentrum liegt im Rückenmarksegment L<sub>1-2</sub>.

Reflexantwort ist die Hebung des ipsilateralen Hodens mittels Kontraktion des Musculus Kremaster.

#### 4. Untersuchung der Reaktionszeit

Während des Experimentes muss der Patient eine festgelegte motorische Aufgabe so schnell wie möglich nach Erscheinen eines bestimmten Signals durchführen. Die Zeit zwischen dem Erscheinen des Signals und der Durchführung der Aufgabe ist die Reaktionszeit. Diese hängt stark von mehreren Faktoren ab: Reizstärke, Art des Reizes, Kompliziertheit der Aufgabe und Grad der Aufmerksamkeit. Auf dem Bildschirm des Rechners erscheint ein Zeichen.

Der Rechner zeigt das Zeichen in zufällig gewählten und wechselnden Intervallen an, die Durchschnittszeit ist aber festgelegt. Diese wechselnden Intervalle sind nötig, da sich die Reaktionszeit infolge des Lernens/Übens verringert, wenn das Signal im gleichen Rhythmus erscheint. Der Rechner misst die Latenzzeit, mit der der Proband die entsprechende Taste nach Erscheinen des Signals drückt. Logischerweise muss der Proband versuchen die gewünschte Taste so schnell wie möglich zu drücken.

#### 5. Untersuchung des Tremors

Ein Tremor ist eine rhythmische Hyperkinese mit kleiner Amplitude. Im Allgemeinen erscheint er in den Muskeln des Kopf-Hals-Bereichs und der Extremitäten und besteht aus unwillkürlichen Bewegungen.

- a) **Ruhetremor:** klassisches Symptom der Parkinson-Krankheit mit einer Frequenz von 4-6/Sekunde, und gleichmäßiger Amplitude.
- b) **Intentionstremor:** charakteristisch für pontobulbäre und zerebelläre Prozesse. Amplitude und Rhythmus sind unregelmäßig. Der Tremor wird stärker, je mehr sich die Extremität dem Ziel nähert.
- b) **statischer Tremor:** tritt bei Müdigkeit und Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose) auf und wird von willkürlicher starrer Haltung ausgelöst.

Man kann ihn durch einfache Beobachtung, Finger-Nase Versuch oder mittels EMG untersuchen. Während des Praktikums untersuchen wir ihn mit dem Tremometer.

Auf einem unser Finger (im Allgemeinen auf den Zeigefinger) setzen wir einen Plastik-Fingerhut mit einem Dauermagneten am Ende. Wir halten den Finger mit dem Fingerhut in das Loch des Tremometers ohne die Ränder des Loches zu berühren, dadurch entsteht eine starre Haltung des Fingers. Der Magnet im Fingerhut reicht in die Spule des Tremometers hinein. Wenn sich der Finger, respektive der Magnet bewegt, bewegen sich die Kraftlinien ebenfalls und induzieren eine Spannung. Ein an den Tremometer verbundener Registrierapparat mit Verstärker und Transducer erzeugt ein Signal welches wir dann wahrnehmen können.

## **6. Die Elektroenzephalografie**

Die aus der Aktivität der Neuronen der Hirnrinde stammende elektrische Potentialschwankung, die über dem Gehirn registriert wird, mit 0,5-70 Hz Frequenz, und in Mikrovolt charakterisiert wird, nennt man Elektroenzephalogramm (EEG). Potenzialunterschiede an verschiedenen Punkten des Gehirnes kann man mit Hilfe von Elektroden registrieren, die wir auf bestimmte Punkte des Schädels kleben. Bei den bipolaren Ableitungen registrieren wir den Potenzialunterschied zwischen zwei auf der behaarten Kopfhaut über der Hirnrinde geklebten Elektroden (in der klinischen Praxis wird diese Methode angewendet). Bei unipolarer Ableitung wird die differente Elektrode auf der Kopfhaut und die indifferente Elektrode auf eine neutrale Stelle (z.B. Ohrläppchen) geklebt. Die Schwankungen der Potenzialunterschiede werden durch Differentialverstärker verstärkt und mit einem Tintenschreiber registriert.

Bei der Auswertung von EEGs vergleichen wir die von den unterschiedlichen symmetrischen und asymmetrischen Gebieten des Gehirnes abgeleiteten Potenzialwellen. Wir untersuchen dabei die Frequenz, den Rhythmus, die Amplitude und die Form der einzelnen Wellen.

Wellenspektrum des EEGs:

Delta-Wellen ( $\delta$ ): 1-3/s

Theta-Wellen ( $\theta$ ): 4-7/s

Alpha-Wellen ( $\alpha$ ): 8-13/s

Beta-Wellen ( $\beta$ ): 14-30/s

Gamma-Wellen ( $\gamma$ ): 30-40/s

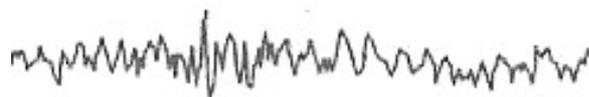
Im EEG eines wachen und ruhigen Erwachsenen dominieren die Alpha-Wellen, welche im parieto-okzipitalen Bereich die größte Amplitude aufweist. An dieser Stelle bildet sie oft zunehmende-abnehmende Wellenserien mit Spindeln in der Größenordnung von 100  $\mu$ V. Öffnen der Augen, erhöhte Aufmerksamkeit/Vigilanz, oder geistige Arbeit lösen eine Desynchronisation des EEGs aus, mit typischen  $\beta$ -Wellen von niedriger Amplitude und fronto-präzentraler Dominanz. Eine erneute Augenöffnung verursacht Spindeln. Normalerweise können wir Theta-Wellen nur bei Kindern und schlafenden Erwachsenen beobachten. Delta-Wellen sind nur im Kleinkindalter und im Tiefschlaf eines Erwachsenen physiologisch.



**BETA 14-30 Hz**  
wach, normales  
Bewusstsein



**ALPHA 9-13 Hz**  
entspannt, ruhig,  
Gedanken aufgelöst



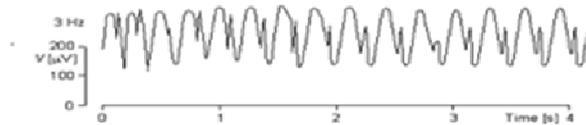
**Theta 4-8 Hz**  
tiefe Entspannung  
und Meditation



**DELTA 1-3 Hz**  
tiefer,  
traumloser Schlaf

Eine pathologische Wellenform ist die sogenannte Spitze („Spike“), die die Folge einer exzessiven und gleichzeitigen Entladung von Neuronen ist. Dieses überraschende, spitze und kurz andauernde Spitzenpotenzial ist charakteristisch für einen epileptischen Erregungszustand. Bei bestimmten Epilepsie-Typen kann man nach dem „Spike“ eine darauffolgende langsame Welle (Spitze-Welle-Komplex; Spike-Wave-Complex) sehen.

Epilepsie (Spitzen):



In der EEG-Diagnostik werden verschiedene Aktivierungsverfahren routinemäßig angewendet, z.B.:

- Hyperventilation
- intermittierende Fotostimulation (besonders bei epileptischen Patienten)
- Schlafentzug

Ein EEG gibt Informationen über den Entwicklungsgrad des Kortexes, den Wachzustand und eventuelle intrakranielle Raumforderungen (Tumor, Hämatom). Ferner hat sie in der Diagnostik und Verlaufskontrolle der unterschiedlichen Epilepsien eine feste Rolle, und gibt Aufschluss über (rezidivierende) Ohnmachtszustände, und der Diagnose eines Hirntodes.