

Praktikumsanleitung zum Versuch „Hautsinne“

Universität Leipzig
Medizinische Fakultät
Carl-Ludwig-Institut für Physiologie

1. April 2008

1 Einführung

Stichwörter: *Sensoren (Arten, Dichte, Eigenschaften, Adaptation) - Mechanosensibilität: Druck, Vibration, Propriozeption - Temperatursinn: Kälte- und Wärmesensoren (Ansprechbereiche, Temperaturempfindungen) - Schmerz: Qualitäten, Ausschaltung - Absolut- und Unterschiedsschwellen, nachgeordnete Verarbeitungsmechanismen, Gesetzmäßigkeiten Reizintensität-Wahrnehmung (Weber, Fechner, Stevens)*

An der Haut lassen sich vielfältige Sinnesempfindungen auslösen: z. B. Berührung, Druck, Vibration, Kälte, Wärme und Schmerz; die Hautsensibilität ist in eine Reihe von Modalitäten aufgeteilt (mechanische, thermische, nozizeptive), denen entsprechende Sensoren zuzuordnen sind. Durch Reizung dieser Sensoren können Empfindungen hervorgerufen werden, die Rückschlüsse auf deren Eigenschaften zulassen, so auf die charakteristische Verteilung, die Abhängigkeit von der Stärke oder Frequenz des adäquaten Reizes und das räumliche oder intensitätsbezogene Auflösungsvermögen. Einfache Methoden ermöglichen über die bewusste Wahrnehmung von Sinnesindrücken der Versuchsperson (Vp) eine Bestimmung der Dichte, absoluten Schwellen, Unterschiedsschwellen - einschließlich Untersuchungen der Tiefensensibilität (Kraftsinn).

2 Bestimmung der Verteilung von Druck-, Schmerz- und Kaltpunkten

Auf den Handrücken wird ein Stempel (Quadrat von 4 cm² mit Unterteilungen in Felder von 4 mm²) aufgedrückt. Jedes der 100 kleinen Quadrate ist hinsichtlich einer Empfindung abzutasten. Nacheinander erfolgt die Sondierung der

1. Druckpunkte: mit einer Reizborste der Stärke III (vgl. 4.1);
2. Schmerzpunkte: mit Hilfe einer Kanülenspitze;
3. Kaltpunkte: mit kleinen Thermoden (Prinzip: Wärmeableitung mittels Kupferdraht).

Protokoll: Positive Befunde werden in ein vergrößertes Quadrat (Abb. 1) mit unterschiedlichen Symbolen für die 3 Reizarten in das Protokollheft eingetragen. Vor Beginn der Untersuchungen sind die spezifischen Empfindungen (besonders von Druck und Schmerz) sich bewusst zu machen. Die Ergebnisse werden einzeln für jede Sinnesmodalität gemittelt: Aussagen über die Rezeptorendichte pro cm².

3 Untersuchung der Thermosensibilität

3.1 Temperaturabhängige Empfindungen:

Thermoden mit Kupferplättchen werden im Wasserbad stufenweise auf 25, 30, 40, 45, 50 und 55 °C erwärmt und auf den Handrücken aufgelegt.

Protokoll: Die Empfindungen (kalt, indifferent, warm, heiß, brennend heiß) sind zu den jeweiligen Temperaturen zu protokollieren.

3.2 Weberscher Dreischalenversuch:

Drei bereitgestellte Eimer werden mit Wasser verschiedener Temperatur gefüllt (kaltes, warmes und lauwarms im mittleren Gefäß). Die Vp taucht ca. 2 Minuten eine Hand in das kalte, die andere in das warme Wasser - anschließend beide Hände zugleich in das lauwarms.

Protokoll: Die Empfindung an beiden Händen ist in das Protokoll aufzunehmen, ebenso die Zeit bis zur Gleichempfindung in beiden Händen.

Abbildung 1: Vergrößertes Raster der Verteilung von Druck-, Schmerz- und Kaltpunkten

4 Untersuchung von Mechanosensoren

4.1 Aufnahme einer Schwellenkurve für Drucksensoren:

Hilfsmittel: 5 Reizborsten („Tasthaare“) verschiedener Stärke. Zwei bereits in Teil A lokalisierte Druckpunkte an entfernten Stellen des Stempelabdrucks werden in willkürlicher (der V_p nicht mitzuteilender) Reihenfolge mit jeder Borste je 10mal gereizt. Druckempfindung oder nicht (+ oder -) ist zunächst in einer Strichliste zu vermerken. Danach werden die positiven Ereignisse pro Borstenstärke in Prozent der Gesamtzahl (10) ausgedrückt (100 % = 10mal +).

Protokoll: Das Ergebnis, als Diagramm dargestellt (Abszisse: Reizborstendicke, Ordinate: % positive Druckempfindungen), zeigt die Häufigkeit der Empfindung als Funktion der Reizstärke. Definitionsgemäß liegt die Schwelle bei einer Wahrnehmungshäufigkeit von 50 %.

4.2 Räumliche Unterschiedsschwelle („Zweipunktschwelle“) für die Druckempfindung:

Bei gleichzeitigem Druck auf die Haut mit den abgestumpften Spitzen eines Zirkels wird geprüft, ob die V_p ein oder zwei Empfindungen hat. Die so durch unterschiedliche Abstände der Spitzen ermittelte Zweipunktschwelle ist zu bestimmen an Fingerkuppe, Hand und Unterarm. Definitionsgemäß liegt die Schwelle bei einer Wahrnehmungshäufigkeit von 50 %. Zur Bestimmung der Unterschiedsschwelle wird der Schwellenbereich erst ungefähr eingegrenzt und dann beginnend vom unterschweligen Bereich durch definierte Vergrößerung des Spitzenabstandes bzw. alternativ vom überschwelligen Bereich durch Verminderung des Abstandes bestimmt. Die V_p sollte keine Kenntnis über Veränderung des Spitzenabstandes erhalten, um eine subjektive Beeinflussung der Ergebnisse zu vermeiden.

Protokoll: Notieren und vergleichen Sie die ermittelten Werte für die jeweilige Körperregion!

4.3 Frequenzabhängigkeit der Mechanosensibilität:

Zur Verfügung steht ein elektromagnetischer Vibrator mit vertikal auslenkbarem Stößel als Druckgeber, auf den zwei Finger aufzulegen sind. Die Untersuchungen bestehen aus 2 Teilen:

Qualitative Unterschiede der Empfindung: Es ist die Frage zu beantworten, bis zu welcher Reizfrequenz einzelne Druckstöße wahrgenommen werden, in welchem Frequenzbereich das Gefühl einer Vibration auftritt und bei welcher Frequenz dieses verschwindet bzw. in eine permanente Druckempfindung übergeht. Dazu wird eine bei 200 Hz stark überschwellige Generatorspannung konstant gehalten und die Frequenz von 1 bis ca. 1000 Hz variiert.

Aufnahme einer Schwellenkurve der Vibrationsempfindung: Es werden am Gerät Frequenzen von 20, 50, 100, 200, ..., bis maximal 1000 Hz eingestellt und die jeweils niedrigste Spannung ermittelt, bei der man gerade eine Vibration verspürt.

Protokoll: Fertigen Sie eine Tabelle und ein Diagramm (Abszisse: Reizfrequenz, Ordinate: Schwellenspannung) an.

4.4 Prüfung der Tastempfindung

Die menschliche Tastempfindung in Bezug auf die Wahrnehmung von Oberflächenrauheiten ist sehr gut ausgebildet. Partikel in der Größenordnung von Mikrometern können dabei noch ertastet werden. In einer Reihe von abgestuften Rauheiten (Körnungen) ist diejenige herauszufinden und zu protokollieren, die von einer glatten Oberfläche nicht mehr unterschieden werden kann.

Protokoll: Vergleichen Sie die Größe der gerade noch wahrnehmbaren Partikel mit dem in 4.2 ermittelten Wert der Unterschiedsschwelle!

5 Bestimmung der Unterschiedsschwelle des Kraftsinns

Der Versuchsleiter belastet eine Waagschale nacheinander mit einem Grundgewicht G_0 von 100g, 300g und 500g. Die Vp legt (Ellenbogen auf den Tisch gestützt) 2 Finger auf das Ende des Waagebalkens und prüft sich das jeweilige Grundgewicht durch leichtes Drücken des Balkens (Wippen) ein. Für jedes G_0 bestimmt man die (sukzessive) Unterschiedsschwelle in folgender Weise: zu G_0 wird ein Zusatzgewicht ΔG hinzugelegt und mit + oder - protokolliert, ob die Versuchsperson die Gewichtszunahme wahrgenommen hat oder nicht. Dabei müssen die Finger so auf dem Waagebalken verbleiben, dass dessen Haltefaden durch das Gewicht gestrafft und dadurch das Zulegen selbst nicht bemerkt wird. Vor jedem Auflegen ist zum Vergleich das Grundgewicht (mit Ansage G_0) noch einmal anzubieten. Zur Kontrolle der Aufmerksamkeit der Vp sollte zwischendurch ein Auflegen eines G vorgetäuscht werden. Nachdem die Versuchsperson sich entschieden hat („wahrgenommen oder nicht“), teilt der Versuchsleiter in jedem Fall die Höhe des Zusatzgewichts mit. Bei der Prüfung des Kraftsinnes handelt es sich um ein Zusammenspiel von Propriozeptoren und Mechanorezeptoren der Haut.

Als Richtmaße für die kleinsten ΔG gelten ca. 5 - 10 % des G_0 , d. h. bei 100g ab 5g (weiter 10g, 15g...), bei 300g ab 10g, bei 500g ab 20g. Die Wahl des ΔG geschieht in zufälliger Reihenfolge, jeder Wert wird 5 x getestet. Die Untersuchung ist für jedes G_0 so lange fortzusetzen, bis bei einem möglichst niedrigen ΔG 3 x + erscheint. Dieses ΔG ist die gesuchte absolute Unterschiedsschwelle.

Protokoll: Es ist nachzuprüfen, inwieweit das Webersche Gesetz ($\Delta G/G_0 = \text{const.}$) gilt. Zeichnen Sie $\Delta G/G_0$ als Funktion von G_0 und ΔG als Funktion von G_0 .