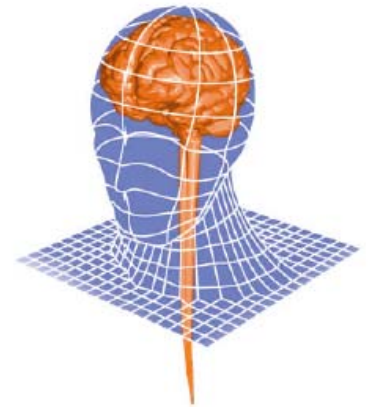




QST

QUANTITATIVE SENSORISCHE TESTUNG

Version 2.1 vom 08.07.2010



Handlungsanweisung für den Untersucher

Eine standardisierte Testbatterie für die Quantitative Sensorische Testung
nach den Regeln des
Deutschen Forschungsverbundes Neuropathischer Schmerz (DFNS)

R. Rolke, K. Andrews, W. Magerl, R.-D. Treede

Version 2.1 überarbeitet von:

D. Pfau, T. Klein, J. A. Blunk, C. Geber, E. Krumova, C. Limbeck, W. Magerl,

C. Maier, A. Westermann, S. Schuh - Hofer, W. Tiede, R.-D. Treede

© **Lehrstuhl für Neurophysiologie, Universitätsmedizin Mannheim**

Inhaltsverzeichnis

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Einführung | S. 3 |
| 2. Handlungsanweisungen für die Quantitative Sensorische Testung | S. 5 |
| 3. Literaturempfehlungen | S. 17 |

Anhänge

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| I. Untersuchungsterritorien für die Bestimmung der Vibrationsdetektionsschwelle | S. 18 |
| Untersuchungsterritorien für die Bestimmung der Druckschmerzschwelle | S. 19 |
| II. Geräte-Hersteller für Quantitative Sensorische Testung nach den Regeln des Deutschen Forschungsverbundes Neuropathischer Schmerz (DFNS) | S. 20 |
| III. Adressen des DFNS, der DFNS-Schulungszentren und Zertifizierungsstelle | S. 21 |
| IV. QST-Dokumentationsbogen | S. 22 |
| V. Allgemeine Anweisungen für die Probanden/Patienten | S. 23 |

1. Einführung

Das Protokoll zur Quantitativen Sensorischen Testung (QST) wurde als zusammenfassende Batterie sensorischer Tests entwickelt, um die Funktionen des somatosensorischen Nervensystems zu quantifizieren und die Eigenschaften unterschiedlicher nozizeptiver und nicht-nozizeptiver Submodalitäten zu testen, die von verschiedenen Gruppen afferenter Nervenfasern und zentraler Bahnen vermittelt werden.

Ziel des Protokolls ist die standardisierte Untersuchung von je zwei symmetrischen Körperarealen. Vor der eigentlichen Untersuchung müssen die Testabläufe an einem unabhängigen Hautareal demonstriert werden, um die Teilnehmer mit den verschiedenen Tests vertraut zu machen (siehe Handlungsanweisung). Am Patienten mit einem von der Krankheit betroffenen Hautareal soll stets die Kontrollseite vor der betroffenen Seite untersucht werden. Welche Areale konkret untersucht werden sollen, muss vor der QST-Untersuchung, z.B. anhand einer orientierenden klinischen Untersuchung und/oder einer Schmerzzeichnung, spezifiziert werden (vgl. auch Anhang I, Untersuchungskriterien für die Bestimmung der Vibrationsdetektionsschwelle/Druckschmerzschwelle). Die Durchführung des gesamten Protokolls für zwei Areale dauert in der Regel eine Stunde.

Zentraler Bestandteil des Protokolls sind detaillierte und standardisierte Beschreibungen des Untersuchungsablaufs für jeden Testabschnitt mit einer Handlungsanweisung für den Untersucher zur Erläuterung der praktischen Testdurchführung. Einige der zu untersuchenden Variablen werden in einzelnen Tests zusammengefasst, d.h. zwei oder mehr Aspekte der sensorischen Testung werden, falls zweckmäßig, gleichzeitig getestet.

Eine Schulung durch ein Schulungszentrum des DFNS wird empfohlen (siehe Anhang III). Seit 2008 ist eine Zertifizierung von QST-Laboren möglich (Geber et al., 2009).

Einer kurzen Referenzliste mit weiterführender Literatur am Ende der Handlungsanweisung folgt als Anhang eine Auflistung der empfohlenen Untersuchungsterritorien und der für die QST-Durchführung empfohlenen Geräte, Adressen der Gerätehersteller sowie der DFNS-Schulungszentren und der Zertifizierungsstelle, der QST-Dokumentationsbogen sowie zum Schluss eine Zusammenstellung der Patienten- bzw. Probandeninstruktionen.

Die nachfolgende Kurzliste beschreibt die Inhalte und Reihenfolge der Tests (vgl. Anhang IV, QST-Dokumentationsbogen).

a.) Thermische Detektions- und Schmerzschwellen.

Die Tests zur thermischen Wahrnehmung sollten immer zu Beginn des Testablaufs vor irgendeinem der mechanischen Tests durchgeführt werden. Zuerst werden die Wahrnehmungsschwellen für kalte (CDT = cold detection threshold) und warme (WDT = warm detection threshold) Reize gemessen. Im Anschluss erfolgt die Bestimmung der thermischen Unterschiedsschwelle (TSL = thermal sensory limen) zwischen alternierenden kalten und warmen Stimuli, um paradoxe Hitzeempfindungen (PHS = paradoxical heat sensation) zu erfassen. Zuletzt wird die Schwelle für den Kälte- (CPT = cold pain threshold) und Hitzeschmerz (HPT = heat pain threshold) bestimmt. Zur Bestimmung der Schwellen erfolgen jeweils drei Durchgänge an jeder Seite. Als Schwelle wird der arithmetische Mittelwert der drei Differenzen der gemessenen Schwellentemperatur zur Ausgangstemperatur von 32 °C (Kälte- und Wärmedetektionsschwelle) beziehungsweise der gemessenen Schwellentemperatur in °C (Kälte- und Hitzeschmerzschwellen) dieser drei Durchgänge angegeben. Die thermische Unterschiedsschwelle (TSL) wird als die Differenz zwischen den während des TSL-Ablaufs erhobenen arithmetischen Mittelwerten der Wärmedetektionsschwellen in °C und den arithmetischen Mittelwerten der Kälte- und Hitzeschmerzschwellen in °C (jeweils drei Messungen für beide Qualitäten) berechnet.

b.) Taktile Detektionsschwelle (MDT = mechanical detection threshold).

Diese wird mittels von Frey Haaren anhand einer modifizierten Grenzwertmethode (method of limits) bestimmt. Fünf Schwellenbestimmungen erfolgen in je einer Serie auf- und absteigender Stimulusintensitäten. Als Schwelle wird der geometrische Mittelwert der jeweils fünf gerade über- und unterschwelligen Reizstärken angegeben.

c.) Mechanische Schmerzschwelle (MPT = mechanical pain threshold).

Dieser Test wird mit Nadelreizstimulatoren (Pinprick) durchgeführt. Erneut erfolgt die Schwellenbestimmung in fünf Serien auf- und absteigender Stimulusintensitäten. Als Schwelle wird der geometrische Mittelwert der jeweils fünf gerade über- und unterschwelligen Reizstärken angegeben (modifizierte Grenzwertmethode).

d.) S/R-(Stimulus/Response-) Funktionen: Mechanische Schmerzsensitivität (MPS = mechanical pain sensitivity) und dynamische mechanische Allodynie (DMA = dynamic mechanical allodynia).

Mittels Nadelreizstimulatoren unterschiedlicher Intensitäten wird eine Reiz/Antwort-Kurve (S/R=stimulus/response) der mechanischen Schmerzsensitivität erstellt. Dabei werden sieben verschiedene Reizintensitäten in einer randomisierten Reihenfolge (jede Reizintensität fünf Mal pro Areal) appliziert, während der Proband/Patient nach einer numerischen Rating-Skala (NRS Bereich: 0-100) die einzelnen Schmerzintensitäten direkt nach jedem Einzelreiz beurteilt.

Dynamische mechanische Allodynie wird nach dem gleichen Testschema wie für die S/R-Funktion beschrieben untersucht. Dabei wird zwischen den Nadelreizen ein bewegter Berührungsreiz (Wattebausch, Q-Tip, Pinsel) appliziert, der normalerweise zu keiner schmerzhaften Wahrnehmung führt. Jeder dieser drei nicht-noxischen Reize wird fünf Mal pro Areal appliziert.

Insgesamt erfolgen 50 Reize (Berührung und Nadelreiz) pro untersuchtem Areal, deren Schmerzhaftigkeit numerisch erfasst wird. Als Maß für die Schmerzempfindlichkeit wird der geometrische Mittelwert der Schmerz-Ratings für Nadel- (MPS) bzw. Berührungsreize (DMA) angegeben.

e.) Wind-up ratio (WUR).

In diesem Test wird eine Serie von repetitiven Nadelreizen einer Reizstärke (je zehn Reize mit Wiederholung von 1/s, 256 mN, Gesicht 128 mN) in ihrer Schmerzintensität (NRS Bereich: 0-100) mit einem einzelnen Nadelreiz eben derselben Reizstärke verglichen. Diese Vorgehensweise wird je fünf Mal wiederholt. Als „Wind-up ratio“ wird das Verhältnis des arithmetischen Mittelwerts der Schmerzintensitäten der Reizserien zum arithmetischen Mittelwert der Schmerzintensitäten der Einzelreize bestimmt (Quotient aus Reizserie/Einzelreiz).

f.) Vibrationsdetektionsschwelle (VDT = vibration detection threshold).

Dieser Test wird mit Hilfe einer standardisierten Stimmgabel (64 Hz; diese ist erhältlich als 128 Hz-Stimmgabel mit aufsetzbaren Dämpfern, durch welche eine Frequenz von 64 Hz erzeugt wird) durchgeführt, die über knöchernen Vorsprüngen der Extremitäten bzw. des Kopfes bzw. des Rumpfes platziert wird (siehe Anhang I). Die Vibrationsdetektionsschwelle wird als gerade nicht mehr wahrgenommene Vibrationsempfindung in $x/8$ als arithmetischer Mittelwert von drei Serien absteigender Stimulusintensitäten angegeben, die anhand der „wandernden“ Spitze eines durch die Vibration bewegten Dreiecks auf der Stimmgabel (Goldberg & Lindblom, 1979; Fagius & Wahren, 1981) bestimmt werden.

g.) Druckschmerzschwelle (PPT = pressure pain threshold).

Mit Hilfe eines Druckalgometers (Kontaktfläche 1 cm^2) wird die Schwelle für Druckschmerz über einem Muskel (siehe Anhang I) in drei Serien langsam aufsteigender Stimulusintensitäten (0,5 kg/s, entspricht ca. 50 kPa/s) gemessen. Als Schwelle wird der arithmetische Mittelwert dieser drei Serien angegeben (in kPa).

2. Handlungsanweisungen für die Quantitative Sensorische Testung

Allgemeine Anweisungen für die Patienten/Probanden

Bitte halten Sie sich genau an die Testanweisungen und den genauen Wortlaut der Instruktionen für die Patienten bzw. Probanden. Diese sind Bestandteil der Standardisierung; Umformulierungen können die Vergleichbarkeit der Testergebnisse gefährden.

Bitte lesen Sie jeweils die kursiv gedruckten Textpassagen den Patienten/Probanden vor:

Einleitende Worte:

„In dem nachfolgenden Test werden wir mit Hilfe verschiedener Verfahren untersuchen, inwieweit Sie Temperaturveränderungen sowie Berührungs- und Vibrationsreize wahrnehmen. Darüber hinaus werden wir prüfen, ab wann Sie verschiedene Testreize als schmerzhaft empfinden. Die Ergebnisse Ihrer Testung vergleichen wir mit an gesunden Menschen gewonnenen Normdaten. Damit dies möglich ist, müssen diese Tests immer auf dieselbe Art und Weise durchgeführt werden. Unter anderem um dies zu gewährleisten, werden Ihnen die Testanweisungen vorgelesen.

Bitte fragen Sie immer sofort nach, falls Sie eine Testanweisung nicht verstanden haben.“

Allgemeine praktische Hinweise für den Untersucher

Sollte eine ausgeprägte Behaarung im Untersuchungsareal die Messung behindern, können die Haare mit einer Schere vorsichtig gekürzt werden. **Auf keinen Fall sollte die zu testende Hautfläche direkt vor der Messung rasiert werden!**

a.) **Testung thermischer Detektions- und Schmerzschwellen:**

Ausstattung: Ein Gerät zur thermischen Testung. Die Liste der Standard-Paradigmen unten kann z.B. mit dem Thermal Sensory Analyzer (TSA, Medoc, Israel) oder dem Modular Sensory Analyzer (MSA, Somedic, Schweden) durchgeführt werden.

Methode und Hintergrund: Mit jedem dieser Geräte werden die Kälte- (CDT) und Wärmedetektionsschwelle (WDT) sowie die thermische Unterschiedsschwelle (TSL; die Unterschiedsschwelle zwischen alternierenden kalten und warmen Stimuli) ermittelt (Yarnitsky et al. 1995, Fruhstorfer et al. 1976). Die Testung der thermischen Unterschiedsschwelle erfolgt zur Erfassung paradoxer Hitzeempfindungen (PHS = paradoxical heat sensations), d.h. von Wärme-, Hitze- oder schmerzhaften Hitzeempfindungen bei Abkühlung der Thermode. Im Anschluss daran werden mit demselben Gerät die Kälte- (CPT) und Hitzeschmerzschwellen (HPT) bestimmt.

Die Schmerzschwelle wird dabei generell als derjenige Reizstärkebereich definiert, in dem bestimmte somatosensorische Qualitäten wie Brennen oder Stechen, die mit einer Aktivierung des nozizeptiven Systems assoziiert werden, zu einer nicht-nozizeptiven Empfindung, wie z.B. Kälte, Wärme oder Berührung, hinzukommen. Diese Empfindungsqualitäten können je nach Reizmodalität verschieden sein. Die nachfolgend als „Schmerzschwellen“ bezeichneten Werte bezeichnen daher eigentlich den Reizstärkebereich, in dem das nozizeptive System aktiviert wird („nozizeptive Schwelle“), ohne dass diese Empfindung notwendigerweise als „Schmerz“ im eigentlichen Sinne interpretiert werden muss.

Alle Schwellen werden mittels einer Rampe kontinuierlich auf- oder absteigender Temperaturstimuli (1 °C/s) bestimmt, die nach Drücken einer Stopp-Taste beendet wird. Cut-off Temperaturen sind 0 °C (spezifisch für TSA) bzw. 5 °C (spezifisch für MSA) und 50 °C. Die Ausgangstemperatur zu Beginn jedes Untersuchungsgangs beträgt 32 °C. Die Kontaktfläche der Thermode liegt etwa bei 9 cm². Als durchschnittliche Schwelle wird der Mittelwert aus drei Messungen in einer Datenbank gespeichert.

Praktische Durchführung der Untersuchung – Anweisung für den Untersucher

Stellen Sie in der Steuerungssoftware ihres Thermostestgerätes eine Basistemperatur von 32 °C sowie eine Rampensteilheit für die Erwärmung bzw. Abkühlung von 1 °C/s ein (eine Temperaturkontrolle ist durch Temperaturmessung der Thermodenoberfläche mittels eines Infrarotthermometers möglich). Zwischen den 3 Durchgängen der einzelnen Tests soll ein Interstimulusintervall von 4-6 Sekunden bei der CDT und WDT und von 10 Sekunden für CPT und HPT programmiert werden.

Demonstration des Testablaufs

Platzieren Sie nun die Thermode zunächst auf der Haut der zu untersuchenden Person in einem Übungsareal, welches nicht mit dem späteren Test- und Kontrollareal identisch ist.

Nach einer kurzen Kontaktzeit der Thermode mit der Haut (10-30 Sekunden) instruieren Sie den Probanden/Patienten folgendermaßen:

„Das Gerät auf Ihrer Haut kann die Haut erwärmen oder abkühlen. Zusätzlich erhalten Sie eine Stopp-Taste, mit deren Hilfe Sie jederzeit den aktuellen Testreiz stoppen können. Ich sage Ihnen gleich zu jedem einzelnen Test, wann Sie die Stopp-Taste betätigen sollen.“

Sagen Sie jetzt bitte, ob sich das Gerät auf Ihrer Haut warm, kalt oder neutral anfühlt!“

Dies geschieht, um die richtige Adaptation der Haut an die Thermode zu beurteilen. Wenn der Proband/Patient angibt, dass er die Thermode als warm oder kalt empfindet, sollte 1-2 Minuten abgewartet werden. Sollte danach keine Adaptation der Temperaturempfindlichkeit eingetreten sein (d.h. die Thermode fühlt sich weiterhin entweder warm oder kalt an), ersetzen Sie in den nachfolgenden Instruktionen entsprechend den Begriff „kalt“ durch „kälter“ oder den Begriff „warm“ durch „wärmer“.

Stellen Sie sicher, dass der Patient während des gesamten Testablaufs nicht auf den Computerbildschirm sehen kann.

Falls dies nicht möglich sein sollte, geben Sie die folgende Instruktion:

„Sehen Sie während des gesamten Testablaufs bitte nicht auf den Bildschirm des Computers!“

Fahren Sie dann bitte mit folgender Instruktion fort:

*„Zunächst testen wir Ihre Fähigkeit, Kälte wahrzunehmen. Drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn Sie **erstmal**s eine **Abkühlung** spüren. Im Anschluss wird sich die Thermode wieder zur Ausgangstemperatur aufwärmen. Dieser Vorgang wird in wenigen Sekunden beginnen.“*

Unterbrechen Sie den Test für die nachfolgende Instruktion:

*„Nun testen wir Ihre Fähigkeit, Wärme wahrzunehmen. Drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn Sie **erstmal**s eine **Erwärmung** spüren. Im Anschluss wird sich die Thermode wieder zur Ausgangstemperatur abkühlen. Dieser Vorgang wird in wenigen Sekunden beginnen.“*

Unterbrechen Sie den Test für die nachfolgende Instruktion:

*„Nun testen wir, wie gut Sie **aufeinander folgende Temperaturveränderungen** wahrnehmen. Drücken Sie bitte **jedes Mal sofort** auf die Stopp-Taste, wenn Sie irgendeine Temperaturveränderung nach „warm“ oder „kalt“ wahrnehmen, und sagen Sie bitte dazu, ob Sie sie als „warm“ oder „kalt“ empfunden haben. Es könnte auch sein, dass einige Temperaturveränderungen als „heiß“ oder „schmerzhaft heiß“ empfunden werden.“*

Einige Probanden/Patienten werden beim Abkühlen der Haut eine „warme“, „heiße“ oder „schmerzhaft heiße“ Empfindung berichten. Diese Empfindung soll als paradoxe Hitzeempfindung erfasst und deren Anzahl (von 0 bis 3) dokumentiert werden.

Der Proband/Patient soll angeben, wann er tatsächlich „Wärme“ oder „Kälte“ verspürt, **nicht** wann er Wärme nicht mehr als „warm“ bzw. Kälte nicht mehr als „kalt“ wahrnimmt (Indifferenzbereich). Darauf bitte bei Rückfragen hinweisen.

Unterbrechen Sie den Test für die nachfolgende Instruktion:

*„Nun testen wir, ab wann Sie **die Abkühlung** der Thermode als **schmerzhaft** empfinden. Dazu wird Ihre Haut **abgekühlt**. Irgendwann wird zu der Wahrnehmung von „Kälte“ eine weitere Empfindung hinzukommen. Dabei wird der Eindruck von „Kälte“ seine Qualität verändern mit dem **zusätzlichen** Eindruck eines „Brennens“, „Stechens“, „Bohrens“ oder „Ziehens“. Drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, sobald Sie eine solche Veränderung wahrnehmen. Drücken Sie **NICHT** erst dann auf die Stopp-Taste, wenn die Empfindung **unerträglich** **schmerzhaft** wird. Im Anschluss wird sich die Thermode wieder hin zur Ausgangstemperatur aufwärmen. Dieser Vorgang wird in wenigen Sekunden beginnen.“*

Unterbrechen Sie den Test für die nachfolgende Instruktion:

*„Nun testen wir, ab wann Sie **die Erwärmung** der Thermode als **schmerzhaft** empfinden. Dazu wird Ihre Haut **erwärmt**. Irgendwann wird zu der Wahrnehmung von „Wärme“ oder von „Hitze“ eine weitere Empfindung hinzukommen. Dabei wird der Eindruck von „Wärme“ oder „Hitze“ seine Qualität verändern mit dem **zusätzlichen** Eindruck zum Beispiel eines „Brennens“, „Stechens“, „Bohrens“ oder „Ziehens“. Drücken Sie bitte **sofort** auf die auf Stopp-Taste, sobald Sie eine solche Veränderung wahrnehmen. Drücken Sie **NICHT** erst dann auf die Stopp-Taste, wenn die Empfindung **unerträglich** **schmerzhaft** wird.*

Im Anschluss wird sich die Thermode wieder hin zur Ausgangstemperatur abkühlen. Dieser Vorgang wird in wenigen Sekunden beginnen.“

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

Die Thermode wird nun im Kontroll- bzw. dem Testareal aufgesetzt und fixiert. Analog zum Demonstrationsdurchgang fragen Sie nach einer kurzen Kontaktzeit der Thermode mit der Haut (10-30 Sekunden) den Probanden/Patienten:

*„Sagen Sie jetzt bitte, ob sich das Gerät auf Ihrer Haut **„warm“**, **„kalt“** oder **„neutral“** anfühlt!“*

Wenn der Proband/Patient angibt, dass er die Thermode als warm oder kalt empfindet, sollte 1-2 Minuten abgewartet werden. Sollte danach keine Adaptation der Temperaturempfindlichkeit eingetreten sein (d.h. die Thermode fühlt sich weiterhin entweder warm oder kalt an) ersetzen Sie in den nachfolgenden Instruktionen entsprechend den Begriff „kalt“ durch „kälter“ oder den Begriff „warm“ durch „wärmer“.

Wenn Sie sicher sind, dass der Patient/Proband die Instruktionen während des Demonstrationsablaufs korrekt ausgeführt hat, können die einzelnen Tests verkürzt angekündigt werden.

Verwenden Sie dabei die nachfolgenden Instruktionen:

Test der Kältdetektionsschwelle (CDT = cold detection threshold)

*„Jetzt folgt wie beim Übungsdurchgang als Erstes eine **Abkühlung** der Haut. Drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn Sie erstmals eine **Abkühlung** wahrnehmen. Diese Vorgehensweise wird insgesamt drei Mal durchgeführt.“*

Test der Wärmedetektionsschwelle (WDT = warm detection threshold)

*„Jetzt drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn Sie erstmals eine **Erwärmung** wahrnehmen. Auch diese Vorgehensweise wird insgesamt drei Mal durchgeführt.“*

Test der thermischen Unterschiedsschwellen (TSL = thermal sensory limen)

*„Jetzt drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn Sie irgendeine Temperaturveränderung wahrnehmen, und sagen Sie bitte dazu, ob Sie sie **„kalt“**, **„warm“**, **„heiß“** oder **„schmerzhaft heiß“** empfunden haben. Diese Vorgehensweise wird insgesamt sechs Mal durchgeführt.“*

Test der Kälteschmerzschwelle (CPT = cold pain threshold)

*„Jetzt drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn zur Wahrnehmung von **„Kälte“** eine zusätzliche Empfindung eines **„Brennens“**, **„Stechens“**, **„Bohrens“** oder **„Ziehens“** hinzukommt. Diese Vorgehensweise wird insgesamt drei Mal durchgeführt.“*

Test der Hitzeschmerzschwelle (HPT = heat pain threshold)

*„Jetzt drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn zur Wahrnehmung von **„Wärme“** oder von **„Hitze“** eine zusätzliche Empfindung eines **„Brennens“**, **„Stechens“**, **„Bohrens“** oder **„Ziehens“** hinzukommt. Auch diese Vorgehensweise wird insgesamt drei Mal durchgeführt.“*

Sollten Sie den Eindruck haben, dass die Pausen zwischen den einzelnen Tests für die Instruktionen nicht ausreichen, unterbrechen Sie den jeweiligen Test nach jedem einzelnen seiner 3 Durchgänge.

b.) Taktile Detektionsschwelle (MDT = mechanical detection threshold)

Ausstattung: Ein Set standardisierter von Frey Haare (0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 und 512 mN). Die Kontaktfläche der von Frey Haare mit der Haut muss von einheitlicher Größe (ca. 1 mm²) und Beschaffenheit sein (abgerundete Kontaktfläche zur Vermeidung scharfer Kanten, die eine Aktivierung von Nozizeptoren hervorrufen).

Methode und Hintergrund: Mit standardisierten von Frey Haaren (Weinstein 1968, Fruhstorfer et al. 2001) wird mittels einer modifizierten Grenzwert-Methode (method of limits) in fünf Serien auf- und absteigender Stimulusintensitäten der geometrische Mittelwert der taktilen Detektionsschwelle bestimmt (Baumgärtner et al. 2002).

Praktische Durchführung der Untersuchung – Anweisung für den Untersucher

Begonnen wird mit einem von Frey Haar mit der Kraft von 16 mN. Anschließend wird das von Frey Haar der jeweils nächsten niedrigeren Intensität (8 mN) aufgesetzt bis der Proband/Patient keine Berührung mehr spürt. Die entsprechende applizierte Kraft repräsentiert eine unterschwellige Reizintensität und somit den ersten im Dokumentationsbogen (siehe Anhang) zu dokumentierenden Wert. Jetzt folgt eine Umkehr zu höheren Reizintensitäten (überschwelliger Wert) usw. bis insgesamt fünf unter- und fünf überschwellige Werte gefunden sind, die die Wendepunkte zur Schwellenbestimmung darstellen.

Für den Fall, dass das von Frey Haar mit einer Intensität von 16 mN nicht gespürt wird, folgt das Haar mit der jeweils nächst höheren Intensität bis eine Berührung gespürt wird. Dieser wird jedoch noch nicht im Dokumentationsbogen notiert. Jetzt erfolgt eine Umkehrung der Applikationsreihenfolge mit der jeweils nächst niedrigeren Intensität bis keine Berührung mehr beim Aufsetzen des von Frey Haares gespürt wird. Diese soll dann als erster unterschwelliger Wert in den Befundbogen eingetragen werden. Nun wird, wie oben beschrieben, weiter verfahren.

(Anmerkung zur Dokumentation: Bitte stets die applizierte Kraft, die auf den von Frey Haaren angegeben ist, dokumentieren (z.B. 0,5, 1, 2 etc. mN), NICHT die Nummerierung der Haare! Falls das schwächste von Frey Haar mit der Stärke 0,25 mN vom Probanden/Patienten wahrgenommen wird, so wird im QST-Befundbogen die Hälfte dieses Wertes (0,125 mN) dokumentiert als „nicht wahrgenommen“. Als nächster Reiz wird dann wieder dieselbe Reizstärke (0,25 mN) appliziert. Sollte dieser Reiz dann wieder wahrgenommen werden, wird 0,25 mN als „wahrgenommen“ eingetragen usw. Wird umgekehrt das von Frey Haar mit der stärksten applizierbaren Kraft (512 mN) nicht wahrgenommen, wird ein Wert von 1024 mN im Befundbogen für „wahrgenommen“ dokumentiert.)

Achten Sie bei der Applikation der von Frey-Haare darauf, möglichst keine Haare des Probanden/Patienten zu berühren, da dies die Ergebnisse verfälschen könnte.

Demonstration des Testablaufs

Demonstrieren Sie auch diesen Ablauf in dem Übungsareal, welches Sie im Rahmen der thermischen Testung festgelegt hatten:

*„Dies ist ein Test Ihrer Fähigkeit **leichte Berührungen** wahrzunehmen. Sehen Sie bitte zu keinem Zeitpunkt des Tests auf das gerade untersuchte Hautgebiet. Ich werde nun diese Tast-Haare auf Ihre Haut aufsetzen. Bitte sagen Sie „**Ja**“, sobald Sie eine **Berührung** wahrnehmen.“*

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

*„Bitte sagen Sie „**Ja**“, sobald Sie eine **Berührung** wahrnehmen.“*

c.) Mechanische Schmerzschwelle (MPT = mechanical pain threshold)

Ausstattung: Ein Set von sieben Nadelreizstimulatoren mit standardisierten Stimulusintensitäten (8, 16, 32, 64, 128, 256 und 512 mN) sowie einer flachen Kontaktfläche (0,25 mm Durchmesser).

Methode und Hintergrund: Mit standardisierten Nadelreizstimulatoren (Pinprick) wird mittels einer modifizierten Grenzwert-Methode (method of limits) in fünf Serien auf- und absteigender Stimulusintensitäten der geometrische Mittelwert der mechanischen Schmerzschwelle bestimmt (Chan et al. 1992, Greenspan und McGillis 1994, Hampf et al. 1990, Ziegler et al. 1999).

Praktische Durchführung der Untersuchung – Anweisung für den Untersucher

Der Untersucher benutzt verschiedene Nadelreizstimulatoren, um die mechanische Schmerzschwelle der Haut zu bestimmen. Die Haut des Probanden/Patienten soll beim **senkrechten** (90°-Winkel zur Haut und zum Boden) Aufbringen der Nadelreize nur von der Nadel selbst und nicht von Teilen der Führungsröhre des Stimulators berührt werden. Das Aufbringen und Wegnehmen der Nadel soll in einer „weichen“ Bewegung erfolgen mit einer Kontaktzeit von einer Sekunde.

Beginnend mit einer Kraft von 8 mN wird anschließend der Reizstimulator der jeweils nächsten höheren Intensität vorsichtig aufgesetzt bis die Wahrnehmung der Berührung der Haut ihre Qualität verändert mit einem zusätzlichen „spitzen, pieksenden oder stechenden“ Eindruck. Die entsprechende Kraft repräsentiert den ersten überschwelligen Wert. Sobald die erste Schmerzwahrnehmung berichtet wird, erfolgt eine Umkehrung der Applikationsreihfolge mit der nächsten kleineren Intensität usw. bis keine Schmerzwahrnehmung, sondern nur noch eine „stumpfe“, d.h. „nicht spitze, pieksende oder stechende“ Berührung beim Aufsetzen des Reizstimulators gespürt wird (unterschwelliger Wert). Jetzt erfolgt eine erneute Umkehr zu größeren Intensitäten usw. bis insgesamt fünf überschwellige und fünf unterschwellige Werte gefunden sind, die die Wendepunkte zur Bestimmung der mechanischen Schmerzschwelle darstellen.

Demonstration des Testablaufs

Demonstrieren Sie auch diesen Ablauf im Übungsareal:

„Dies ist ein Test Ihrer Fähigkeit „spitze, pieksende oder stechende“ Reize wahrzunehmen. Dabei werden verschiedene feine Metallstifte, die unterschiedlichen Druck ausüben, vorsichtig auf Ihre Haut aufgesetzt.

Sagen Sie bitte „spitz“, wenn Sie nicht nur eine Berührung, sondern zusätzlich eine spitze, pieksende oder stechende Empfindung wahrnehmen.

Sagen Sie bitte „stumpf“, wenn Sie nur eine Berührung wahrnehmen.

Sehen Sie bitte zu keinem Zeitpunkt des Tests auf das gerade untersuchte Hautgebiet.“

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

Wiederholen Sie die Instruktionen bei der Testung im Test-/Kontrollareal:

„Sagen Sie bitte „spitz“, wenn Sie nicht nur eine Berührung, sondern zusätzlich eine spitze, pieksende oder stechende Empfindung wahrnehmen, und „stumpf“, wenn Sie nur eine Berührung wahrnehmen.“

d.) S/R-(Stimulus/Response-) Funktionen: Mechanische Schmerzsensitivität (MPS = mechanical pain sensitivity) und dynamische mechanische Allodynie (DMA = dynamical mechanical allodynia)

Ausstattung: Ein Set von sieben Nadelreizstimulatoren mit standardisierten Stimulusintensitäten (8, 16, 32, 64, 128, 256 und 512 mN) sowie einer flachen Kontaktfläche (0,25 mm Durchmesser) sowie ein Set von drei Stimulatoren für leichte Berührungsreize: Ein Wattebausch zum Aufbringen einer Kraft um 3 mN, ein Q-Tip (fixiert auf einem elastischen Plastikstreifen) zum Aufbringen einer Kraft um 100 mN sowie ein weicher Pinsel zum Aufbringen einer Kraft zwischen 200 und 400 mN (Ziegler et al. 1999).

Methode und Hintergrund: Die Nadel- und Berührungsreize werden in einer balancierten Reihenfolge appliziert und die Schmerzhaftigkeit der einzelnen Reize anhand einer numerischen Rating-Skala psychometrisch erfasst. Im Gegensatz zur Schwellenbestimmung lässt die so gewonnene Reiz/Antwort-Funktion auch Rückschlüsse über das Vorliegen einer Hyper- oder Hypoalgesie im überschwelligem Bereich zu. Darüber hinaus kann so das Vorliegen einer dynamischen mechanischen Allodynie objektiviert werden (LaMotte et al. 1991, Ziegler et al. 1999).

Praktische Durchführung der Untersuchung – Anweisung für den Untersucher

Analog zur Durchführung der Bestimmung der mechanischen Schmerzschwelle soll die Haut des Probanden/Patienten beim **senkrechten** (90°-Winkel zur Haut und zum Boden) Aufbringen der Nadelreize **nur von der Nadel selbst** und nicht von Teilen der Führungsröhre des Stimulators berührt werden. Das Aufbringen und Wegnehmen der Nadel soll in einer „weichen“ Bewegung erfolgen mit einer Kontaktzeit von einer Sekunde. Die Stimulatoren für leichte Berührungsreize werden in einer einzelnen streichenden Bewegung (1-2 cm Länge) über die Haut geführt. Eine gleichförmige Applikation ist hier von entscheidender Bedeutung, da die Länge des gereizten Areals direkt mit der Höhe der Schmerzwahrnehmung korreliert (Samuelsson et al. 2005).

Die Probanden/Patienten sollen mit Hilfe eines numerischen Ratings der Empfindungsstärke (0-100) die Reizintensität beurteilen. „0“ bedeutet dabei „kein Schmerz“. Analog zur Bestimmung der Schmerzschwelle wird jede pieksende, stechende oder brennende Empfindung als eine schmerzhafte Empfindung definiert, die mit einem Wert größer als „0“ bewertet werden sollte. Ein nicht wahrgenommener Reiz soll als „Ø“ markiert werden. „100“ entspricht dem individuell maximal vorstellbaren Schmerz. Ratings mit einer Nachkommastelle sollen akzeptiert werden.

Demonstration des Testablaufs

Applizieren Sie zur Demonstration des Testablaufs etwa 10 Reize (z.B. das erste Kästchen auf dem Dokumentationsbogen) im Demonstrationsareal und lassen Sie die Schmerzhaftigkeit einschätzen (diese Ratings für die Schmerzhaftigkeit im Demonstrationsareal müssen nicht dokumentiert werden), nachdem Sie folgende Instruktionen gegeben haben:

*„Wie im vorhergehenden Test werden **feine Metallstifte** mit unterschiedlichem Druck vorsichtig auf Ihre Haut aufgesetzt. Eingestreut zwischen die einzelnen punktförmigen Reize durch die Metallstifte werden Sie mit dem Wattebausch, Q-Tip und Pinsel berührt. Einzelne der Reize werden dabei möglicherweise von einer **spitzen, pieksenden, stechenden oder brennenden Empfindung** begleitet werden. Einige Reize werden möglicherweise nur als **Berührung** wahrgenommen werden, andere vielleicht gar nicht.*

*Bitte beurteilen Sie die Schmerzhaftigkeit der einzelnen Reize mit einer Zahl zwischen „0“ und „100“. Dabei wird jede **spitze, pieksende, stechende oder brennende Empfindung** als eine schmerzhafte Empfindung definiert, die mit einem Wert größer als „0“ bezeichnet werden sollte. Dabei können Sie auch Kommazahlen verwenden.*

*„0“ bedeutet dabei: **Kein Schmerz, keine spitze, pieksende, stechende oder brennende Empfindung.**
„100“ bedeutet: **Der maximal vorstellbare Schmerz.***

Sehen Sie bitte zu keinem Zeitpunkt des Tests auf das gerade untersuchte Hautgebiet.“

Bitte fragen Sie bei jedem Rating mit „100“ nach:

„Stimmt es, dies ist der maximal vorstellbare Schmerz für Sie?“

Dies dient dazu, sicherzustellen, dass der Proband/Patient die Instruktionen verstanden hat und dazu, Unklarheiten aufzudecken. Wiederholen Sie ggf. die oben stehenden Instruktionen.

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

„Bitte beurteilen Sie auch hier die Schmerzhaftigkeit der einzelnen Reize mit einer Zahl zwischen „0“ und „100“.

*„0“ bedeutet dabei: **Kein Schmerz, keine spitze, pieksende, stechende oder brennende Empfindung.**
„100“ bedeutet: **Der maximal vorstellbare Schmerz.**“*

Ratings mit einer Nachkommastelle werden akzeptiert.

Bitte fragen Sie auch hier bei jedem Rating mit „100“ nach:

„Stimmt es, dies ist der maximal vorstellbare Schmerz für Sie?“

Wenn zutreffend: *„Dann werden wir diese Reizstärke und alle höheren nicht weiter anwenden.“*

Sollte dies zutreffen, wird dieser Reiz im Laufe der weiteren Testung nicht wieder im entsprechenden Areal angewandt und im Dokumentationsbogen (siehe Anhang) für jeden Reiz der entsprechenden und höheren Stärke ein Rating von „100“ eingetragen.

e.) Wind-up ratio (WUR)

Ausstattung: Ein Nadelreizstimulator mit standardisierter Stimulusintensität (256 mN, Gesicht: 128 mN) sowie einer flachen Kontaktfläche (0,25 mm Durchmesser).

Methode und Hintergrund: In diesem Test wird ein Einzelreiz mit einem Nadelreizstimulator (256 mN bzw. 128 mN) appliziert. Im Abstand von zehn Sekunden folgt eine Serie von zehn Reizen mit dem identischen Nadelreiz mit einer Frequenz von 1 s^{-1} innerhalb desselben Hautareals einer Größe von ca. 1 cm^2 . Unmittelbar nach dem Einzelreiz sowie erneut im Anschluss an die nachfolgende Reizserie erfolgt eine zusammenfassende Beurteilung der Empfindungsstärke mit Hilfe einer numerischen Skala. Aus den Werten der Empfindungsstärken von Einzelreiz und nachfolgender Reizserie wird ein Quotient gebildet. Diese Vorgehensweise wird insgesamt fünf Mal wiederholt. Als „Wind-up“ wird der geometrische Mittelwert aller fünf Quotienten der Schmerzschätzungen der Einzelreize und der jeweils nachfolgenden Reizserien berechnet (Price et al. 1977, Magerl et al. 1998).

Praktische Durchführung der Untersuchung – Anweisung für den Untersucher

Im Anschluss an einen Einzelreiz mit dem Nadelreizstimulator (256 mN; Gesicht 128 mN) wird im Abstand von mindestens zehn Sekunden eine Serie von zehn Reizen aufgesetzt. Die Reizserie erfolgt im Sekundentakt innerhalb eines Stimulationsortes von 1 cm^2 im Bereich der Stelle des vorausgehenden Einzelreizes. Unmittelbar nach dem Einzelreiz sowie erneut im Anschluss an die nachfolgende Reizserie erfolgt eine zusammenfassende Beurteilung der Empfindungsstärke mit Hilfe einer numerischen Skala. Diese Vorgehensweise wird fünf Mal durchgeführt. Die jeweiligen Stimulationsorte sollen wenige Zentimeter voneinander entfernt liegen.

Anmerkung: Der Erstreiz muss überschwellig sein (d.h. das Rating muss > 0 NRS sein). Bei einem dreimaligen Rating von „0“ für den Einzelreiz ist eine Beurteilung der WUR nicht möglich. Bei einem zweimaligen Rating von „0“ werden diese Ratings durch den Mittelwert der anderen Ratings ersetzt.

Falls die Verwendung des Nadelreizstimulators der Stärke 256 mN (128 mN im Gesicht) nicht toleriert wird, kann auf eine niedrigere Reizstärke ausgewichen werden. Dies muss jedoch sowohl im Dokumentationsbogen (siehe Anhang) als auch bei der Dateneingabe vermerkt werden. Gegebenenfalls muss im Kontrollareal die Testung mit der niedrigeren Reizintensität wiederholt werden, um eine einheitliche Messung zu gewährleisten.

Demonstration des Testablaufs

Demonstrieren Sie den Ablauf in einem Übungsareal:

*„Wie beim vorherigen Test werde ich nun einen einzelnen **feinen Metallstift** auf Ihre Haut aufsetzen. Bitte beurteilen Sie die Schmerzhaftigkeit der einzelnen Reize mit einer Zahl zwischen **„0“ und „100“**. Dabei wird jede **spitze, pieksende, stechende oder brennende** Empfindung als eine schmerzhafte Empfindung definiert, die mit einem Wert größer als „0“ bezeichnet werden sollte. Dabei können Sie auch Kommazahlen verwenden.*

*„0“ bedeutet dabei: **Kein Schmerz, keine spitze, pieksende, stechende oder brennende Empfindung.**
„100“ bedeutet: **Der maximal vorstellbare Schmerz**“*

Applizieren Sie den Einzelreiz.

„Ich werde nun den gleichen Metallstift 10-mal im Abstand von jeweils einer Sekunde auf Ihre Haut aufsetzen. Bitte beurteilen Sie zusammenfassend die Schmerzhaftigkeit am Ende der gesamten Reizserie mit einer Zahl zwischen „0“ und „100“.

*„0“ bedeutet dabei wieder: **Kein Schmerz, keine spitze, pieksende, stechende oder brennende Empfindung.**
„100“ bedeutet: **Der maximal vorstellbare Schmerz.**“*

Applizieren Sie die Reizserie.

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

„Die gesamte Vorgehensweise mit Aufbringen des einzelnen Reizes und der nachfolgenden Reizserie wird in diesem Areal nun insgesamt fünf Mal durchgeführt. Bitte beurteilen Sie nun wieder die Schmerzhaftigkeit für diesen Einzelreiz mit einer Zahl zwischen „0“ und „100“.

*„0“ bedeutet dabei: **Kein Schmerz, keine spitze, pieksende, stechende oder brennende Empfindung.**
„100“ bedeutet: **Der maximal vorstellbare Schmerz.**“*

Applizieren Sie den Einzelreiz.

„Bitte beurteilen Sie nun wieder die Schmerzhaftigkeit für die Reizserie mit einer Zahl zwischen „0“ und „100“.“

Applizieren Sie die Reizserie.

f.) Vibrationsdetektionsschwelle (VDT = vibration detection threshold)

Ausstattung: Eine Stimmgabel (64 Hz; diese ist erhältlich als 128 Hz-Stimmgabel mit aufsetzbaren Dämpfern, durch welche eine Frequenz von 64 Hz erzeugt wird, 8/8 Skala).

Methode und Hintergrund: Die Stimmgabel wird über einem knöchernen Vorsprung des Test- und Kontrollareals aufgesetzt. Die Vibrationsdetektionsschwelle wird in drei Serien absteigender Stimulusintensitäten als zuletzt wahrgenommene Vibration angegeben (Goldberg und Lindblom 1979, Fagius und Wahren 1981).

Praktische Durchführung der Untersuchung – Anweisung für den Untersucher

Zur Untersuchung der Vibrationsdetektionsschwelle platzieren Sie die Stimmgabel über einem knöchernen Vorsprung des zu untersuchenden Areals (siehe Anhang I, Untersuchungsterritorien für die Bestimmung der Vibrationsdetektionsschwelle).

Demonstration des Testablaufs

Vergewissern Sie sich, dass der Proband/Patient den Vibrationsreiz beim Aufsetzen der Stimmgabel spürt und demonstrieren Sie den Testablauf im Übungsareal.

„Dies ist ein Test Ihrer Fähigkeit „Vibrationen“ wahrzunehmen. Ich setze nun diese Stimmgabel auf Ihre Haut, nachdem ich sie zum Vibrieren gebracht habe. Sagen Sie mir bitte, ob Sie das Vibrieren spüren können!

Sagen Sie bitte sofort „JETZT“, wenn Sie das Vibrieren nicht mehr fühlen können!

Unter Umständen werden Sie die Schwingung der Stimmgabel als einen Ton wahrnehmen. Versuchen Sie bitte, nur auf die Vibration zu achten, nicht auf den Ton.“

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

„Dieser Test wird nun in diesem Areal dreimal durchgeführt. Ich setze nun diese Stimmgabel auf Ihre Haut, nachdem ich sie zum Vibrieren gebracht habe. Sagen Sie mir bitte, ob Sie das Vibrieren spüren können!

Sagen Sie bitte sofort „JETZT“, wenn Sie das Vibrieren nicht mehr fühlen können!“

g.) Druckschmerzschwelle (PPT = pressure pain threshold)

Ausstattung: Ein stumpfer mechanischer Stimulator (Kontaktfläche 1 cm², applizierbare Kraft bis 10 kg/1000 kPa/100 N bzw. 20 kg/2000 kPa/200 N), der eine eingebaute Ablesemöglichkeit zur Druckmessung besitzt (Druckalgotometer).

Methode und Hintergrund: Das Druckalgotometer wird auf das Test- und Kontrollareal über definierten Muskeln aufgesetzt. Mittels drei kontinuierlicher Rampen aufsteigender Intensität (ca. 0,5 kg/s entsprechend 50 kPa/s) wird zur Charakterisierung von Tiefenschmerz die Druckschmerzschwelle über den entsprechenden Muskeln bestimmt.

Praktische Durchführung der Untersuchung – Anweisung für den Untersucher

Platzieren Sie das Druckalgotometer über den zu untersuchenden Muskel (siehe Anhang I, Untersuchungsterritorien für die Bestimmung der Druckschmerzschwelle). Stellen Sie sicher, dass die Werte während des Messvorgangs vom Probanden bzw. Patienten nicht eingesehen werden können.

Demonstration des Testablaufs

*„Dies ist ein Test Ihrer Fähigkeit **Druckschmerz über Muskeln** zu empfinden.*

*Ich drücke nun diesen Druckmesser gegen Ihren Muskel. Sagen Sie bitte **sofort „JETZT“**, wenn zur Wahrnehmung von Druck eine **„brennende“**, **„stechende“**, **„bohrende“** oder **„ziehende“** Empfindung hinzukommt.“*

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

*„Ich drücke nun diesen Druckmesser wieder gegen Ihren Muskel. Sagen Sie bitte **sofort „JETZT“**, wenn zur Wahrnehmung von Druck eine **„brennende“**, **„stechende“**, **„bohrende“** oder **„ziehende“** Empfindung hinzukommt.*

Diese Vorgehensweise wird insgesamt drei Mal durchgeführt.“

3. Literaturempfehlungen

- Baumgärtner U, Magerl W, Klein T, Hopf H C und Treede R-D (2002) Neurogenic hyperalgesia versus painful hypoalgesia: two distinct mechanisms of neuropathic pain. *Pain*. 96: 141-51.
- Blankenburg M, Boekens H, Hechler T, Maier C, Krumova E, Scherens A, Magerl W, Aksu F, Zernikow B (2010) Reference values for quantitative sensory testing in children and adolescents: Developmental and gender differences of somatosensory perception. *Pain*. 149:76-88
- Chan A W, MacFarlane I A, Bowsher D und Campbell J A (1992) Weighted needle pinprick sensory thresholds: a simple test of sensory function in diabetic peripheral neuropathy. *J Neurol. Neurosurg. Psychiatr.* 55: 56-9.
- Fagius J und Wahren L K (1981) Variability of sensory threshold determination in clinical use. *J Neurol Sci.* 51:11-27.
- Fruhstorfer H, Lindblom U und Schmidt W G (1976) Method for quantitative estimation of thermal thresholds in patients. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr.* 39: 1071-75.
- Fruhstorfer H, Gross W und Selbmann O (2001) Technical note: von Frey hairs: new materials for a new design. *Eur J Pain.* 5: 341-2.
- Geber C, Scherens A, Pfau D, Nestler N, Zenz M, Tölle T, Baron R, Treede RD, Maier C (2009) Zertifizierungsrichtlinien für QST-Labore. *Schmerz.* 23:65-9.
- Goldberg J M und Lindblom U (1979) Standardised method of determining vibratory perception thresholds for diagnosis and screening in neurological investigation. *J Neurol. Neurosurg. Psychiatr.* 42: 793-803.
- Greenspan J und McGillis S L B (1994) Thresholds for the perception of pressure, sharpness, and mechanically-evoked cutaneous pain: effects of laterality and repeated testing. *Somatosens Motor Res.* 11:311-7.
- Hampf G, Bowsher D, Wells C und Miles J (1990) Sensory and autonomic measurements in idiopathic trigeminal neuralgia before and after radiofrequency thermocoagulation: differentiation from some other causes of facial pain. *Pain.* 40: 241-8
- Kilo S, Schmelz M, Koltzenburg M, Handwerker HO (1994) Different patterns of hyperalgesia induced by experimental inflammation in human skin. *Brain.* 117: 385-96.
- LaMotte R H, Shain C N, Simone D A und Tsai E-F P (1991) Neurogenic hyperalgesia: psychophysical studies of underlying mechanisms. *J Neurophysiol.* 66.1: 190-211.
- Magerl W, Wilk SH und Treede R-D (1998) Secondary hyperalgesia and perceptual wind-up following intradermal injection of capsaicin in humans. *Pain.* 74: 257-68.
- Pigg M, Baad-Hansen L, Svensson P, Drangsholt M, List T (2010) Reliability of intraoral quantitative sensory testing (QST). *Pain.* 148:220-6.
- Price D D, Hu J W, Dubner R und Gracely R H (1977) Peripheral suppression of first pain and central summation of second pain evoked by noxious heat pulses. *Pain.* 3: 57-68.
- Rolke R, Magerl W, Andrews Campbell K, Schalber C, Birklein F, Treede RD (2006) Quantitative sensory testing: a comprehensive protocol for clinical trials. *Eur J Pain.* 10: 77-88
- Rolke R, Baron R, Maier C, Tölle TR, Treede RD, Beyer A, Binder A, Birbaumer N, Birklein F, Bötefür IC, Braune S, Flor H, Hüge V, Klug R, Landwehrmeyer GB, Magerl W, Maihöfner C, Rolko C, Schaub C, Scherens A, Sprenger T, Valet M, Wasserka B (2006) Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): Standardized protocol and reference values. *Pain.* 123: 231-43
- Samuelsson M, Leffler AS, Hansson P (2005) Dynamic mechanical allodynia: On the relationship between temporo-spatial stimulus parameters and evoked pain in patients with peripheral neuropathy. *Pain* 115:264-72.
- Weinstein S (1968) Intensive and extensive aspects of tactile sensitivity as a function of body part, sex, and laterality. In: Kenshalo D, Springfield R und Thomas C (Hrsgb.), *The Skin Senses*, pp. 195-222.
- Yarnitsky D, Sprecher E, Zaslansky R und Hemli JA (1995) Heat pain thresholds: normative data and repeatability. *Pain.* 60: 329-332.
- Ziegler EA, Magerl W, Meyer RA und Treede R-D (1999) Secondary hyperalgesia to punctate mechanical stimuli: central sensitization to A-fibre nociceptor input. *Brain.* 122: 2245-57.

Anhang I

Untersuchungsterritorien für die Bestimmung der Vibrationsdetektionsschwelle

- 1) Bei Erkrankungen mit einem **generalisierten Schmerzsyndrom** oder bei Schmerzsyndrom in **distalen Extremitätenabschnitten** (typisches Beispiel: PNP) wird die Stimmgabel auf die Knochenvorsprünge platziert, für die bereits Standardwerte vorliegen:
 - a) Obere Extremität:Processus styloideus ulnae
 - b) Untere Extremität:Malleolus medialis
 - c) Gesicht:Processus zygomaticus
 - 2) Bei Patienten mit **Gesichtsschmerz** wird die Stimmgabel auf den Knochenvorsprung platziert, für den bereits Standardwerte vorliegen:.....Processus zygomaticus
 - 3) Für Patienten mit Schmerzen im Rahmen **peripherer Nervenläsionen** oder **radikulärer Läsionen** wird die Stimmgabel möglichst auf die Knochenvorsprünge platziert, für die bereits Standardwerte vorliegen:
 - d) Obere Extremität:Processus styloideus ulnae
 - e) Untere Extremität:Malleolus medialis
 - f) Gesicht:Processus zygomaticus
- Die Auswahl des Territoriums richtet sich generell nach neuroanatomischen Gesichtspunkten.
Für die häufigsten Läsionen gelten folgende Empfehlungen:
- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| Läsion des N. medianus: | proximales Ende Os metacarpale I |
| Läsion des N. radialis:..... | Processus styloideus radii |
| Läsion C7:..... | distales Ende Os metacarpale III |
| Läsion S1: | Malleolus lateralis |
| Läsion N. femoralis/Läsion L4: | Patella |
- 4) Für Patienten mit **Schulter-/Nackenschmerzen**:Akromion
 - 5) Für Patienten mit Schmerzen bei **thorakalen Nervenläsionen**:
Stimmgabel auf den Rippenbogen bei Beschwerden, die...
 - ...primär ventral lokalisiert sindvordere Axillarlinie
 - ...primär dorsal lokalisiert sind.....mittlere Skapularlinie
 - 6) Bei Schmerzterritorium im **Abdominalbereich**, in dem naturgegeben kein Knochenvorsprung vorhanden ist:ersatzweise Spina iliaca anterior superior

Untersuchungsterritorien für die Bestimmung der Druckschmerzschwelle

- 1) Bei Erkrankungen mit einem **generalisierten Schmerzsyndrom** oder bei Schmerzsyndrom in **distalen Extremitätenabschnitten** (typisches Beispiel: PNP) wird das Druckalgometer auf die Muskelgruppen platziert, für die bereits Standardwerte vorliegen:
 - a) Obere Extremität:Thenar
 - b) Untere Extremität:M. abductor hallucis (Fußgewölbe)
 - c) Gesicht:M. masseter
- 2) Für Patienten mit **Gesichtsschmerz**:M. masseter
- 3) Für Patienten mit Schmerzen aufgrund von **peripheren Nervenläsionen** oder **radikulären Läsionen** wird das Druckalgometer möglichst über die Muskel platziert, für die bereits Standardwerte vorliegen:
 - d) Obere Extremität:Thenar
 - e) Untere Extremität:M. abductor hallucis (Fußgewölbe)
 - f) Gesicht:M. masseter

Die Auswahl des Territoriums richtet sich generell nach neuroanatomischen Gesichtspunkten.
Für die häufigsten Läsionen gelten folgende Empfehlungen:

Läsion des N. axillaris, Läsion C5 und obere Plexusläsion:M. deltoideus
Läsion des N. ulnaris, Läsion C8, untere Plexusläsion:Hypothenar
Läsion des N. radialis:.....Abhängigkeit vom Schmerzort:
M. triceps oder
Extensorengruppe am Unterarm
Läsion N. femoralis:.....M. vastus medialis
Läsion L5:Abhängigkeit vom Schmerzort:
u.a. M. tibialis anterior, M. extensor
hallucis longus, M. gluteus medius

- 4) Für Patienten mit **Schulter-/Nackenschmerzen**:M. trapezius
- 5) Für Patienten mit **thorakalen Nervenläsionen**:paravertebrale Muskulatur
(dermatombezogen), 5-8 cm lateral
vom Proc. spinosus
- 6) Für Patienten mit Schmerzterritorium im **Abdominalbereich**:ersatzweise lumbal paravertebral

Anhang II

Geräte-Hersteller für Quantitative Sensorische Testung nach den Regeln des Deutschen Forschungsverbundes Neuropathischer Schmerz (DFNS)

Thermische Testung

TSA 2001-II von Medoc (Israel)

Medoc Ltd.
1 Ha'dekel St., Ramat Yishai 30095, PO Box 423
ISRAEL
www.medoc-web.com

Dt. Generalvertretung: H.-J. von Petersdorff
Medizinelektronik von Petersdorff Vertriebs GmbH
Kirchbachweg 2, 81479 München, Germany
Tel.: +49-89-749-95077 / Mobil: +49-171-8558379
Fax: +49-89-790-0514 / E-Mail: hajuevp@aol.com

MSA von Somedic (Schweden)

Bo Johansson, Somedic Sales AB
PO Box 194, S-242 22 Hörby, Sweden
Tel.: +46-415-165-50 / Fax: +46-415-165-60
E-Mail: bo.johansson@somedic.com
www.somedic.com

Mechanische Testung

Taktile Detektion

Von Frey Haare Opihair2-Set (ca. 225,- €+ MwSt.)

MARSTOCKnervtest
Dr. H. Fruhstorfer
Weinbergweg 24
69198 Schriesheim, Germany
Tel.: +49-6203-108594 / Fax: +49-6203-925192
E-Mail: info@marstock.de
www.marstock.de

Schmerzschwelle Nadelreizstimulatoren

„The Pin-Prick“ und Ausstattung für Allodynie-Testung

Dr. Marcus Goetz
MRC Systems GmbH
Hans-Bunte-Strasse 10
69123 Heidelberg, Germany
Tel.: +49-6221-13803-00 / Fax: +49-6221-13803-01
E-Mail: info@mrc-systems.de
www.mrc-systems.de

Hierbei sind die Testinstrumente zur Testung der dynamisch mechanischen Allodynie sowie ein Metronom (Korg MA30) zur Taktung der Anwendung für Schmerzsummation enthalten.

Vibration

Stimmgabel:

Konventionelle 128 Hz Stimmgabel mit Dämpfer zur Erzeugung einer Frequenz von 64 Hz mit 8/8-Skala.

Druckschmerzschwelle

Druckalgotometer FDN200 + Rubber tip (1 cm²)

(Für das Testareal Gesicht wird ein feiner graduiertes Druckalgotometer benötigt: **FDN 100**)
(jeweils ca. 230,- €inkl. Zoll, Porto, Verpackung)
Für Druckalgotometrie 1-10 kg und 2-20 kg
(Gummispitze unbedingt mitbestellen)
Wagner Instruments, PO Box 1217
Greenwich, CT (USA) 06836-1217
Tel.: +1-203-698-9681/ Fax: +1-203-698-9696
E-Mail: sales@wagnerinstruments.com
www.wagnerinstruments.com

Elektronisches Druckalgotometer

Somedic Products
Frestavägen 6
PO Box 519, S-192 05 Sollentuna, Sweden
Tel.: +46-8-35-68-27, Fax: +46-8-35-68-74
E-Mail: info@somedicprod.se
www.somedicprod.se oder
SOMEDIC Sales AB
PO Box 194, S-242 22 HÖRBY, Sweden
Tel.: +46-415-165-50 / Fax: +46-415-165-60
E-Mail: info@somedic.com / www.somedic.com

Anhang III

Adressen des DFNS, der DFNS-Schulungszentren und der Zertifizierungsstelle

Deutscher Forschungsverbund Neuropathischer Schmerz (DFNS)

Sprecher: Prof. Dr. R. Baron
Prof. Dr. Dr. Thomas R. Tölle
Geschäftsstelle:
Frau Vedrana Romanovic
Deutscher Forschungsverbund Neuropathischer Schmerz (DFNS)
(German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS))
Neurologische Klinik und Poliklinik
Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München
Ismaninger Str. 22
D-81675 München
Tel.: +49-89-4140-4635
E-Mail: romanovic@lrz.tum.de

DFNS-Schulungszentren

Prof. Dr. R.-D. Treede
Lehrstuhl für Neurophysiologie

Ansprechpartner: Dr. Doreen Pfau
Zentrum für Biomedizin und Medizintechnik
Mannheim
Medizinische Fakultät Mannheim
der Universität Heidelberg
Ludolf-Krehl-Str.13-17
D-8167 Mannheim
Tel.: +49-621-383-9929
Fax: +49-621-383-9921
E-Mail: doreen.pfau@medma.uni-heidelberg.de

Prof. Dr. C. Maier
Abteilung für Schmerztherapie

Ansprechpartner: Dr. Andrea Westermann
Klinik für Anästhesiologie, Intensiv-, Palliativ-
und Schmerzmedizin
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1
D-44789 Bochum
Tel.: +49-234-302-3497
Fax: +49-234-302-6367
E-Mail: andrea.westermann@rub.de

Zertifizierungsstelle für QST-Labore

Gesellschaft für Qualifizierte Schmerztherapie
Certkom e.V.
Kortumstr. 121
D-44787 Bochum
Tel.: +49-234-325-3095
Fax: +49-234-325-3096
E-Mail: info@certkom.com

Anhang IV, QST-Dokumentationsbogen

Name: _____ Kontrollareal: _____
 Geburtsdatum: _____ Datum: _____ Testareal: _____
 Schmerzlokalisierung: _____ Schmerzstärke vor QST: _____ (0-100)
 Raumtemperatur: _____ °C Hauttemperatur Kontrollareal: _____ °C Testareal: _____ °C

Kontrollareal

CDT	WDT	TSL	CPT	HPT
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C

PHS
Ausschlagspitze (in mm)

Testareal

CDT	WDT	TSL	CPT	HPT
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C
°C	°C	°C	°C	°C

PHS
Ausschlagspitze (in mm)

QST - Dokumentationsbogen

MDT; Mechanische Deflexionschwelle (von Frey Haare)

Kontrollareal	Testareal
ganz nicht	ganz nicht
sehr wenig	sehr wenig
wenig	wenig
etwas	etwas
stark	stark
sehr stark	sehr stark
unmöglich	unmöglich

MPT; Mechanische Schmerzschwelle (Pinprick)

Kontrollareal	Testareal
ganz nicht	ganz nicht
sehr wenig	sehr wenig
wenig	wenig
etwas	etwas
stark	stark
sehr stark	sehr stark
unmöglich	unmöglich

SR-Funktion; WPS: Pinprick; DMA: Pincel (BR), Q-Tip (QT), Wechselsch (CW) *

Kontrollareal		Testareal	
128	CW	32	256
CW	256	128	8
32	128	BR	CW
256	8	CW	QT
BR	32	16	128
8	QT	256	512
16	BR	512	32
QT	64	8	512
512	16	64	BR
64	512	QT	16

Kontrollareal		Testareal	
8	16	QT	512
QT	BR	64	16
256	512	8	64
64	32	512	BR
CW	64	256	QT
512	128	16	32
128	QT	CW	8
16	CW	BR	128
32	8	128	256
BR	256	32	CW

WUR; Wind-up ratio (Serie 10 Reize/Einzeltip) ^b

Kontrollareal	Testareal
sehr niedrig	sehr niedrig
niedrig	niedrig
mittel	mittel
hoch	hoch
sehr hoch	sehr hoch

VDT; Vibrationsdeflexionschwelle

Kontrollareal	Testareal
Knochenempfindung	Knochenempfindung
10	10
10	10
10	10

PPT; Druckschmerzschwelle

Kontrollareal	Testareal
Muskel	Muskel
10	10
10	10
10	10

Der (die) Patient(-in) hat die Instruktionen verstanden und befolgt.

ja nein unsicher

a. Sollte ein Platz mit "100" gestrichelt werden, soll dieser Platz im Laufe der weiteren Testung nicht wieder in betroffenen Areal angewandt und für jeden Platz der betroffenen und höheren Stärke ein Rating von „100“ eingetragen werden.
 b. Falls die Verwendung des Hochreizstimulators der Größe 256 mit 128 nicht im Gesicht nicht toleriert wird, kann auf eine niedrigere Reizstärke ausweichen werden. Dies muss jedoch im Bogen als auch bei der Dateneingabe vermerkt werden. Gegebenenfalls muss im Kontrollareal die Testung mit der niedrigsten Reizstärke wiederholt werden, um eine einheitliche Messung zu gewährleisten.

Anhang V

Allgemeine Anweisungen für die Probanden/Patienten

„In dem nachfolgenden Test werden wir mit Hilfe verschiedener Verfahren untersuchen, inwieweit Sie Temperaturveränderungen sowie Berührungs- und Vibrationsreize wahrnehmen. Darüber hinaus werden wir prüfen, ab wann Sie verschiedene Testreize als schmerzhaft empfinden. Die Ergebnisse Ihrer Testung vergleichen wir mit an gesunden Menschen gewonnenen Normdaten. Damit dies möglich ist, müssen diese Tests immer auf dieselbe Art und Weise durchgeführt werden. Unter anderem um dies zu gewährleisten, werden Ihnen die Testanweisungen vorgelesen.“

Bitte fragen Sie immer sofort nach, falls Sie eine Testanweisung nicht verstanden haben.“

a.) Thermische Detektions- und Schmerzschwellen

Demonstration des Testablaufs

„Das Gerät auf Ihrer Haut kann die Haut erwärmen oder abkühlen. Zusätzlich erhalten Sie eine Stopp-Taste, mit deren Hilfe Sie jederzeit den aktuellen Testreiz stoppen können. Ich sage Ihnen gleich zu jedem einzelnen Test, wann Sie die Stopp-Taste betätigen sollen.“

Sagen Sie jetzt bitte, ob sich das Gerät auf Ihrer Haut warm, kalt oder unbestimmt anfühlt!

Sehen Sie während des gesamten Testablaufs bitte nicht auf den Bildschirm des Computers!“

CDT „Zunächst testen wir Ihre Fähigkeit, Kälte wahrzunehmen. Drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn Sie **erstmal**s eine **Abkühlung** spüren. Im Anschluss wird sich die Thermode wieder zur Ausgangstemperatur aufwärmen. Dieser Vorgang wird in wenigen Sekunden beginnen.“

WDT „Nun testen wir Ihre Fähigkeit, Wärme wahrzunehmen. Drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn Sie **erstmal**s eine **Erwärmung** spüren. Im Anschluss wird sich die Thermode wieder zur Ausgangstemperatur abkühlen. Dieser Vorgang wird in wenigen Sekunden beginnen.“

TSL „Nun testen wir, wie gut Sie **aufeinander folgende Temperaturveränderungen** wahrnehmen. Drücken Sie bitte jedes Mal **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn Sie irgendeine Temperaturveränderung nach „**warm**“ oder „**kalt**“ wahrnehmen, und sagen Sie bitte dazu, ob Sie sie als „**warm**“ oder „**kalt**“ empfunden haben. Es könnte auch sein, dass einige Temperaturveränderungen als „**heiß**“ oder „**schmerzhaft heiß**“ empfunden werden.“

CPT „Nun testen wir, ab wann Sie **die Abkühlung** der Thermode als **schmerzhaft** empfinden. Dazu wird Ihre Haut **abgekühlt**. Irgendwann wird zu der Wahrnehmung von „**Kälte**“ eine weitere Empfindung hinzukommen. Dabei wird der Eindruck von „**Kälte**“ seine Qualität verändern mit dem **zusätzlichen** Eindruck eines „**Brennens**“, „**Stechens**“, „**Bohrens**“ oder „**Ziehens**“. Drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, sobald Sie eine solche Veränderung wahrnehmen. Drücken Sie **NICHT** erst dann auf die Stopp-Taste, wenn die Empfindung **unerträglich schmerzhaft** wird. Im Anschluss wird sich die Thermode wieder hin zur Ausgangstemperatur aufwärmen. Dieser Vorgang wird in wenigen Sekunden beginnen.“

HPT „Nun testen wir, ab wann Sie **die Erwärmung** der Thermode als **schmerzhaft** empfinden. Dazu wird Ihre Haut **erwärmt**. Irgendwann wird zu der Wahrnehmung von „**Wärme**“ oder von „**Hitze**“ eine weitere Empfindung hinzukommen. Dabei wird der Eindruck von „**Wärme**“ oder „**Hitze**“ seine Qualität verändern mit dem **zusätzlichen** Eindruck zum Beispiel eines „**Brennens**“, „**Stechens**“, „**Bohrens**“ oder „**Ziehens**“. Drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, sobald Sie eine solche Veränderung wahrnehmen. Drücken Sie **NICHT** erst dann auf die Stopp-Taste, wenn die Empfindung **unerträglich schmerzhaft** wird. Im Anschluss wird sich die Thermode wieder hin zur Ausgangstemperatur abkühlen. Dieser Vorgang wird in wenigen Sekunden beginnen.“

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

„Sagen Sie jetzt bitte, ob sich das Gerät auf Ihrer Haut **„warm“**, **„kalt“** oder **„neutral“** anfühlt!“

CDT „Jetzt folgt wie beim Übungsdurchgang als Erstes eine **Abkühlung** der Haut. Drücken Sie bitte **sofort**, auf die Stopp-Taste, wenn Sie erstmals eine **Abkühlung** wahrnehmen. Diese Vorgehensweise wird insgesamt drei Mal durchgeführt.“

WDT „Jetzt drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn Sie erstmals eine **Erwärmung** wahrnehmen. Auch diese Vorgehensweise wird insgesamt drei Mal durchgeführt.“

TSL „Jetzt drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn Sie irgendeine Temperaturveränderung wahrnehmen, und sagen Sie bitte dazu, ob Sie sie **„kalt“**, **„warm“**, **„heiß“** oder **„schmerzhaft heiß“** empfunden haben. Diese Vorgehensweise wird insgesamt sechs Mal durchgeführt.“

CPT „Jetzt drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn zur Wahrnehmung von **„Kälte“** eine zusätzliche Empfindung eines **„Brennens“**, **„Stechens“**, **„Bohrens“** oder **„Ziehens“** hinzukommt. Diese Vorgehensweise wird insgesamt drei Mal durchgeführt.“

HPT „Jetzt drücken Sie bitte **sofort** auf die Stopp-Taste, wenn zur Wahrnehmung von **„Wärme“** oder von **„Hitze“** eine zusätzliche Empfindung eines **„Brennens“**, **„Stechens“**, **„Bohrens“** oder **„Ziehens“** hinzukommt. Auch diese Vorgehensweise wird insgesamt drei Mal durchgeführt.“

b.) Taktile Detektionsschwelle (MDT = mechanical detection threshold)

Demonstration des Testablaufs

MDT „Dies ist ein Test Ihrer Fähigkeit **leichte Berührungen** wahrzunehmen. Sehen Sie bitte zu keinem Zeitpunkt des Tests auf das gerade untersuchte Hautgebiet. Ich werde nun diese Tast-Haare auf Ihre Haut aufsetzen. Bitte sagen Sie **„Ja“**, sobald Sie eine **Berührung** wahrnehmen.“

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

MDT „Bitte sagen Sie **„Ja“**, sobald Sie eine **Berührung** wahrnehmen.“

c.) Mechanische Schmerzschwelle (MPT = mechanical pain threshold)

Demonstration des Testablaufs

MPT „Dies ist ein Test Ihrer Fähigkeit „*spitze, pieksende oder stechende*“ Reize wahrzunehmen. Dabei werden verschiedene feine Metallstifte, die unterschiedlichen Druck ausüben, vorsichtig auf Ihre Haut aufgesetzt.

Sagen Sie bitte „*spitz*“, wenn Sie nicht nur eine Berührung, sondern zusätzlich eine *spitze, pieksende oder stechende Empfindung* wahrnehmen.

Sagen Sie bitte „*stumpf*“, wenn Sie nur eine *Berührung* wahrnehmen.

Sehen Sie bitte zu keinem Zeitpunkt des Tests auf das gerade untersuchte Hautgebiet.“

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

MPT „Sagen Sie bitte „*spitz*“, wenn Sie nicht nur eine Berührung, sondern zusätzlich eine *spitze, pieksende oder stechende* Empfindung wahrnehmen, und „*stumpf*“, wenn Sie nur eine *Berührung* wahrnehmen.“

d.) S/R-(Stimulus/Response-) Funktionen: Mechanische Schmerzsensitivität (MPS = mechanical pain sensitivity) und dynamische mechanische Allodynie (DMA = dynamic mechanical allodynia)

Demonstration des Testablaufs

MPS „Wie im vorhergehenden Test werden *feine Metallstifte* mit unterschiedlichem Druck vorsichtig auf **DMA** Ihre Haut aufgesetzt. Eingestreut zwischen die einzelnen punktförmigen Reize durch die Metallstifte werden Sie mit dem Wattebausch, Q-Tip und Pinsel berührt. Einzelne der Reize werden dabei möglicherweise von einer *spitzen, pieksenden, stechenden oder brennenden Empfindung* begleitet werden. Einige Reize werden möglicherweise nur als *Berührung* wahrgenommen werden, andere vielleicht gar nicht.

Bitte beurteilen Sie die Schmerzhaftigkeit der einzelnen Reize mit einer Zahl zwischen „0“ und „100“. Dabei wird jede *spitze, pieksende, stechende oder brennende* Empfindung als eine schmerzhafte Empfindung definiert, die mit einem Wert größer als „0“ bezeichnet werden sollte. Dabei können Sie auch Kommazahlen verwenden.

„0“ bedeutet dabei: *Kein Schmerz, keine spitze, pieksende, stechende oder brennende Empfindung.*
„100“ bedeutet: *Der maximal vorstellbare Schmerz.*

Sehen Sie bitte zu keinem Zeitpunkt des Tests auf das gerade untersuchte Hautgebiet.“

(Bitte fragen Sie bei jedem Rating mit „100“ nach:

„Stimmt es, dies ist der maximal vorstellbare Schmerz für Sie?“)

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

MPS „Bitte beurteilen Sie auch hier die Schmerzhaftigkeit der einzelnen Reize mit einer Zahl zwischen DMA „0“ und „100“.

„0“ bedeutet dabei: **Kein Schmerz, keine spitze, pieksende, stechende oder brennende Empfindung.**
„100“ bedeutet: **Der maximal vorstellbare Schmerz.**“

(Bitte fragen Sie auch hier bei jedem Rating mit „100“ nach:

„Stimmt es, dies ist der maximal vorstellbare Schmerz für Sie?“

Wenn zutreffend: „Dann werden wir diese Reizstärke und alle höheren nicht weiter anwenden.“)

e.) Wind-up ratio (WUR)

Demonstration des Testablaufs

WUR „Wie beim vorherigen Test werde ich nun einen einzelnen **feinen Metallstift** auf Ihre Haut aufsetzen. Bitte beurteilen Sie die Schmerzhaftigkeit der einzelnen Reize mit einer Zahl zwischen „0“ und „100“. Dabei wird jede **spitze, pieksende, stechende oder brennende** Empfindung als eine schmerzhaft empfundene Empfindung definiert, die mit einem Wert größer als „0“ bezeichnet werden sollte. Dabei können Sie auch Kommazahlen verwenden.

„0“ bedeutet dabei: **Kein Schmerz, keine spitze, pieksende, stechende oder brennende Empfindung.**
„100“ bedeutet: **Der maximal vorstellbare Schmerz.**

Ich werde nun den gleichen Metallstift 10 Mal im Abstand von jeweils einer Sekunde auf Ihre Haut aufsetzen. Bitte beurteilen Sie zusammenfassend die Schmerzhaftigkeit der Reize am Ende der gesamten Reizserie mit einer Zahl zwischen „0“ und „100“:

„0“ bedeutet dabei wieder: **Kein Schmerz, keine spitze, pieksende, stechende oder brennende Empfindung.**
„100“ bedeutet: **Der maximal vorstellbare Schmerz.**“

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

WUR „Die gesamte Vorgehensweise mit Aufbringen des einzelnen Reizes und der nachfolgenden Reizserie wird in diesem Areal nun insgesamt fünf Mal wiederholt. Bitte beurteilen Sie nun wieder die Schmerzhaftigkeit für diesen Einzelreiz mit einer Zahl zwischen „0“ und „100“.

„0“ bedeutet dabei: **Kein Schmerz, keine spitze, pieksende, stechende oder brennende Empfindung.**
„100“ bedeutet: **Der maximal vorstellbare Schmerz.**

Bitte beurteilen Sie nun wieder die Schmerzhaftigkeit für die Reizserie mit einer Zahl zwischen „0“ und „100“.

f.) Vibrationsdetektionsschwelle

Demonstration des Testablaufs

VDT *„Dies ist ein Test Ihrer Fähigkeit **„Vibrationen“** wahrzunehmen. Ich setze nun diese Stimmgabel auf Ihre Haut, nachdem ich sie zum Vibrieren gebracht habe. Sagen Sie mir bitte, ob Sie das Vibrieren spüren können!*

*Sagen Sie bitte **sofort „JETZT“**, wenn Sie das Vibrieren nicht mehr fühlen können!*

Unter Umständen werden Sie die Schwingung der Stimmgabel als einen Ton wahrnehmen. Versuchen Sie bitte, nur auf die Vibration zu achten, nicht auf den Ton.“

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

VDT *„Dieser Test wird nun in diesem Areal dreimal durchgeführt. Ich setze nun diese Stimmgabel auf Ihre Haut, nachdem ich sie zum Vibrieren gebracht habe. Sagen Sie mir bitte, ob Sie das Vibrieren spüren können!*

*Sagen Sie bitte **sofort „JETZT“**, wenn Sie das Vibrieren nicht mehr fühlen können!“*

g.) Druckschmerzschwelle

Demonstration des Testablaufs

PPT *„Dies ist ein Test Ihrer Fähigkeit **Druckschmerz über Muskeln** zu empfinden.*

*Ich drücke nun diesen Druckmesser gegen Ihren Muskel. Sagen Sie bitte **sofort „JETZT“**, wenn zur Wahrnehmung von Druck eine **„brennende“**, **„stechende“**, **„bohrende“** oder **„ziehende“** Empfindung hinzukommt.“*

Testung im Kontroll- bzw. Testareal

PPT *„Ich drücke nun diesen Druckmesser wieder gegen Ihren Muskel. Sagen Sie bitte **sofort „JETZT“**, wenn zur Wahrnehmung von Druck eine **„brennende“**, **„stechende“**, **„bohrende“** oder **„ziehende“** Empfindung hinzukommt.*

Diese Vorgehensweise wird insgesamt drei Mal durchgeführt.“