

QST-Portfolio

Mechanische
Stimulation



Thermische
Stimulation

Elektrische
Stimulation



Druck-
stimulation

Inhaltsverzeichnis

1. PinPrick-Stimulatoren	Seite 4
2. PinPrick mit Kontakttrigger	Seite 6
3. OptiHair2 - von-Frey-Filamente	Seite 8
4. EPS-P10 - Stimulationselektrode	Seite 10
5. TSA2 - thermisches Stimulations- und Analysegerät	Seite 12
6. TSA-2 Air - Portable und vollständige QST	Seite 14
7. Q-Sense - Stimulations- und Analysegerät für die Klinik	Seite 16
8. Algomed - Computer-unterstütztes Druck-Algometer	Seite 18
9. Literatur-Auswahl	Seite 20



Quantitativ-sensorische Testung (QST)

Die QST ist ein Untersuchungsverfahren, das eine bessere Diagnose von Nervenschmerzen ermöglicht. Grundlage ist die bei Patienten mit neuropathischem Schmerz charakteristisch veränderte Hautsensibilität, häufig verbunden mit einer veränderten Wahrnehmung von Sensitivitäts- und Schmerzreizen. Die Analyse dieser Symptome erlaubt Rückschlüsse auf die den Beschwerden zugrunde liegenden biologischen Mechanismen und damit die Ursachen der Schmerzen.

MRC Systems GmbH

Seit mehr als 25 Jahren entwickeln, fertigen und vertreiben wir innovative Produkte in verschiedenen Bereichen der Medizin- und Lasertechnik. Wir wurden 1995 als Spin-off aus der Universität Heidelberg und dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) gegründet. Mit den PinPrick-Stimulatoren begann bereits 2010 unser Engagement für die QST. Im Jahr 2019 übernahmen wir den Vertrieb und Service der thermischen Stimulations- und Analysegeräte des Marktführers Medoc. 2020 ergänzten wir unser QST-Portfolio durch die von-Frey-Filamente („OptiHair2“). Und mit den neuen Stromreiz-Elektroden „EPS-P10“ gehen wir einen weiteren Schritt in Richtung Harmonisierung der in Forschung und Klinik eingesetzten Stimulationsgeräte.



MRC Systems GmbH, Hans-Bunte-Straße 10, 69123 Heidelberg
Telefon: 06221-1380-300 – E-mail: info@mrc-systems.de
www.mrc-systems.de

Wesentliche Funktionen

- Validierte taktile Stimulation gemäß DFNS-Protokoll
- Kalibrierte Spitzengeometrien und Gewichtskräfte
- Einfache Handhabung
- Alters- und geschlechtsspezifische Referenzwerte verfügbar

Die Stimulatoren wurden ursprünglich von Prof. Rolf-Detlef Treede und PD Dr. Walter Magerl (Lehrstuhl für Neurophysiologie, Medizinische Fakultät der Universität Heidelberg) entwickelt und eingeführt. Sie werden seit über 10 Jahren von der MRC Systems GmbH hergestellt und vertrieben.

Beschreibung

PinPrick-Stimulatoren werden seit vielen Jahren bei der quantitativen sensorischen Testung (QST) von mechanischen Schmerz- und Empfindlichkeitsschwellen mit definierten Reizstärken sowie für Messungen mit wiederholten Reizen („Wind-Up“) eingesetzt. Sie erlauben eine reproduzierbare Messung und Dokumentation der nozizeptiven Aktivierung der Haut. Dadurch ermöglichen sie eine bessere Diagnose der Symptome bei Patienten mit neuropathischem Schmerz und die Untersuchung der zugrunde liegenden Ursachen bei chronischen Schmerzerkrankungen.



Anwendungen

- Bestimmung der Zu- und Abnahme von mechanisch-sensorischen Funktionen
- Generierung quantitativer Daten der mechanischen Empfindungs- und Schmerzschwellen sowie der Schmerzsummierung bei wiederholten Stimuli („Wind-up“)
- Diagnose von Veränderungen der Schmerzempfindlichkeit wie mechanischer Hyperalgesie oder dynamischer mechanischer Allodynie (in Verbindung mit leichten taktilen Reizen)
- Untersuchung der zentralen Reizbarkeit von A-Faser-Nozizeptoren
- Mechanismus-basierte Behandlung von Schmerzsyndromen, Validierung von Behandlungskonzepten durch standardisierte Protokolle und absolute Referenzwerte
- Generierung Pinprick-evozierter Potentiale („PEPs“, siehe auch Flyer zum Kontakttrigger)

Technische Daten

Stimulusintensitäten	Nadelreiz-Stimulatoren:	8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 mN
	Bürste SenseLab™ Brush-05:	ca. 200-400 mN
	Wattestab Böttger 09.143.9105:	ca. 3 mN
	Wattebausch an Kunststoff-Streifen:	ca. 100 mN
Nadel / Spitzenform	flache Kontaktfläche (0,25 mm Durchmesser), Kantenradius: 5 µm	
Führungshülse	Durchmesser: 10 mm (MRT-kompatible Variante: 11 mm) Material: Edelstahl (MRT-kompatible Variante: Titan)	

Lieferumfang

Ein vollständiges Set besteht aus sieben spitzen Stimulatoren mit abgestuften Gewichtskräften sowie Zubehör für streichende Reize und einem Metronom. Dabei gibt es verschiedene Varianten:

- das weit verbreitete Standard-Set für die QST
- eine MR-kompatible Version mit Titan-Spitzen und nicht-magnetischen Materialien
- modifizierte Stimulatoren mit Kontakttrigger zur Synchronisation mit z.B. EEG-Geräten

Optional ist auch ein Desinfektionsbehälter erhältlich, in dem bis zu 7 Pinprick-Stimulatoren gleichzeitig gereinigt werden können.



Literatur (Auszug, weitere Literaturverweise siehe hinten in der Broschüre)

1. Geber C., Klein T., Azad S., Birklein F., Gierthmühlen J., Hüge V., Lauchart M., Nitzsche D., Stengel M., Valet M., Baron R., Maier C., Tölle T., Treede R.D.: Test-retest and interobserver reliability of quantitative sensory testing according to the protocol of the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): a multi-centre study. Pain (2011)
2. Magerl W., Fuchs P.N., Mayer R.A., Treede R.D.: Roles of capsaicin-insensitive nociceptors in pain and secondary hyperalgesia. Brain 124 (2001)
3. Magerl W., Krumova E.K., Baron R., Tölle T., Treede R.D., Maier C.: Reference data for quantitative sensory testing (QST): refined stratification for age and a novel method for statistical comparison of group data. Pain (2010)
4. Maier C., Baron R., Tölle T.R., Binder A., Birbaumer N., Birklein F., Gierthmühlen J., Flor H., Geber C., Hüge V., Krumova E.K., Landwehrmeyer G.B., Magerl W., Maihöfner C., Richter H., Rolke R., Scherens A., Schwarz A., Sommer C., Tronnier V., Uçeyler N., Valet M., Wasner G., Treede R.D.: Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): somatosensory abnormalities in 1236 patients with different neuropathic pain syndromes. Pain (2010)
5. Ziegler E.A., Magerl W., Meyer R.A., Treede R.D.: Secondary hyperalgesia to punctate mechanical stimuli. Brain (1999)

Wesentliche Funktionen

- Definierte Auslösung evozierter Potentiale mittels spitzer Reize
- Präzise Messung des Stimulationszeitpunkts
- Geringe Latenz (< 2 ms)
- Objektivierung sensibler Defizite
- Erkennung von Anzeichen der zentralen Sensibilisierung

Beschreibung

Die PinPrick-Stimulatoren mit Kontakttrigger werden zur Auslösung evozierter Potentiale („PEPs“ = pinprick evoked potentials) und damit z.B. zur Bestimmung von Reizleitungsgeschwindigkeiten eingesetzt. Ihr Aufbau ermöglicht gut reproduzierbare Messungen mit geringer Latenz: Das Messprinzip für die Triggerschaltung basiert auf einem Mikro-Unterbrechungsschalter im Innern des Stimulators.

Der Schalter wird geöffnet, sobald sich die Nadel von der unteren Position nach innen bewegt. Auf diese Weise entsteht das Signal genau dann, wenn der Stimulator seine nominale Kraft auf die Haut entfaltet. Genau in diesem Moment wird auch das Triggersignal ausgegeben. Es gibt verschiedene Signalformen, die an den Eingang einer Stoppuhr, an eine EEG-Registrierung oder an andere Geräte angeschlossen werden können. LEDs über den Triggerausgängen signalisieren, dass ein Signal ausgelöst wurde.

Varianten

Die Standardelektronik besitzt einen Kanal zum Anschluss eines Stimulators. Darüber hinaus stehen Varianten mit 2 und 6 Kanälen zur Verfügung. Außerdem gibt es auch eine Filterbox zur Verwendung der Stimulatoren in Kernspin-Umgebungen.

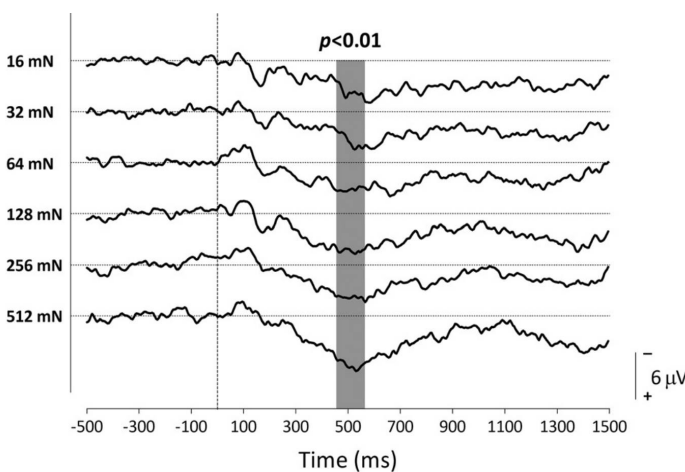


Technische Daten

Stimulusintensitäten	32, 64, 128, 256, 512 mN (wegen des zusätzlichen Gewichts des Schalters sind die Stimulatoren mit den kleinsten Gewichtskräften (8 und 16mN) nicht mit Triggerfunktion erhältlich)
Spannungsversorgung	Li-Ionen-Akku, nominal 3,7 V, Batterieanzeige inklusive Ladegerät (5V, 0,8 A) und Steckernetzteil
Kabel an den Stimulatoren	flexibles Kabel, Länge: 2 m (MR-kompatible Variante: 10 m)
Kabel am Triggerausgang	Lemo auf BNC, Länge: 4 m (davon 2 m optoisoliert)

Es werden zwei Trigger-Signalformen ausgegeben:

- ┌─ TTL-Ausgang 1: Dauer 10 ms, ansteigende Flanke markiert den Beginn des Stimulus. Dieser Ausgang sollte immer dann verwendet werden, wenn ein Trigger-Puls benötigt wird.
- ┌─ TTL-Ausgang 2: bleibt so lange auf High, wie der Stimulus anliegt.



Die Abbildung aus van den Broeke et al., 2015 zeigt PEPs (PinPrick-evozierte Potentiale) nach Stimulation am Arm von gesunden Probanden, aufgezeichnet an einer zentralen EEG-Elektrode. Im Zeitfenster 120 - 250 ms nach dem Stimulus ist ein NP-Komplex zu erkennen. Der graue Balken markiert dann eine P-Welle mit einem Peak bei 400 - 600 ms. Verschiedene Kräfte führen zu unterschiedlichen Wellenformen. In der Studie konnte darüber hinaus der Einfluss einer Hyperalgesie auf die Amplituden nachgewiesen werden.

Literatur (Auszug, weitere Literaturverweise siehe hinten in der Broschüre)

1. Iannetti G.D., Baumgaertner U., Tracey I., Treede R.D., Magerl W.: Pinprick-evoked brain potentials (PEPs): a novel tool to assess central sensitization of nociceptive pathways in humans. *J Neurophysiol* (2013)
2. Rosner J., Scheuren P.S., Stalder S.A., Curt A., Hubli M.: Pinprick Evoked Potentials – Reliable Acquisition in Healthy Human Volunteers. *Pain Med* (2019)
3. van den Broeke E., Lenoir C., Mouraux A.: Secondary hyperalgesia is mediated by heat-insensitive A-fibre nociceptors. *J Physiol* (2016)
4. van den Broeke E., Mouraux A., Groneberg A., Pfau D.B., Treede R.D., Klein T.: Characterizing pinprick-evoked brain potentials before and after experimentally induced secondary hyperalgesia. *J Neurophysiol* (2015)

Wesentliche Funktionen

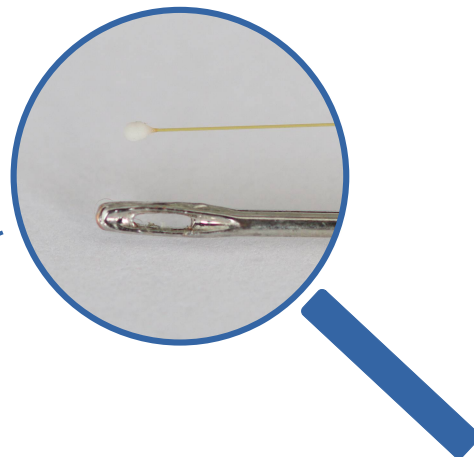
- Validierte Ermittlung der Empfindlichkeitsschwellen für Berührungen
- Standardisiertes Faserende mit konstanter Kontaktfläche
- Vom Deutschen Forschungsverbund Neuropathischer Schmerz (DFNS) für die QST empfohlen



Beschreibung

1896 von Maximilian von Frey entwickelt, wurden ursprünglich Menschenhaare und Tierborsten unterschiedlicher Länge benutzt, um definierte Reizstärken zu erreichen. Heute werden häufig synthetische Fasern verwendet, die jedoch plastische Eigenschaften besitzen und empfindlich gegenüber Änderungen der Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit sind. Im Unterschied dazu verwenden die „OptiHair2“-von-Frey-Filamente optische Glasfasern, die hoch elastisch sind und in ihrer Steifigkeit nicht durch normale Klimaschwankungen beeinflusst werden. Dadurch ist eine einfache und reproduzierbare Anwendung möglich.

Die „OptiHair2“-Filamente wurden über viele Jahre vom deutschen Unternehmen Marstock gefertigt und vertrieben. Dabei haben sie große Verbreitung in der Schmerzforschung gefunden und sich quasi zum Goldstandard für Untersuchungen nach dem DFNS-Protokoll entwickelt. 2020 haben wir das Produkt in unser QST-Portfolio übernommen. Seither besitzen die Filamente die CE-Kennzeichnung als Medizinprodukte.



Technische Daten

Kräfte	0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 mN, Toleranz: $\pm 5\%$
Material	optische Glasfasern mit Epoxyperle am Faserende Durchmesser: 0,35 – 0,45 mm
Griff	Acrylgriff mit LuerLock-Kupplung

Im Unterschied zu anderen Produkten sind die „OptiHair2“-von-Frey-Filamente längs am Griff befestigt. Dies ermöglicht ein einfaches Arbeiten mit mehreren Filamenten, die auf dem Tisch abgelegt werden können und nicht in eine Halterung zurückgelegt werden müssen. Die Griffe aller Filamente sind mit einer LuerLock-Kupplung ausgerüstet. Die Träger der Filamente besitzen eine passende Gegenkupplung und werden auf den Griff wie eine Kanüle auf eine Spritze geschraubt. Die LuerLock-Verbindung ermöglicht einen einfachen Austausch defekter Filamente. Nach Abziehen einer Schutzhülse sind die Filamente sofort einsatzbereit.

Das Standard-Set umfasst 12 logarithmisch skalierte Filamente, bei denen im Bereich von 0,25 bis 512 mN die Kraft bei jedem Schritt um den Faktor 2 zunimmt. Jedes „OptiHair2“-Filament wird einzeln kalibriert. Der Toleranzbereich beträgt nur $\pm 5\%$ der Nominalkraft.



Literatur (Auszug, weitere Literaturverweise siehe hinten in der Broschüre)

1. Andrews K.: The effect of changes in temperature and humidity on the accuracy of von Frey hairs. J Neurosci Methods (1993)
2. Fruhstorfer H., Gross W., Selbmann O.: von Frey hairs: new materials for a new design. Eur J Pain (2001)
3. Jürgens T.P., Schulte A., Klein T., May A.: Transcranial direct current stimulation does neither modulate results of a quantitative sensory testing protocol nor ratings of suprathreshold heat stimuli in healthy volunteers. Eur J Pain (2012)
4. Rolke R., Magerl W., Campbell K.A., Schalber C., Caspari S., Bircklein F., Treede R.D.: Quantitative Sensory Testing: A comprehensive protocol for clinical trials. Eur J Pain (2006)
5. Rolke R., Baron R., Maier C. et al: Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): Standardized protocol and reference values. Pain (2006)
6. von Frey M.: Ueber den Gebrauch von Reizhaaren. In: Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der menschlichen Haut. Erste Abhandlung: Druckempfindung und Schmerz. Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königlich Sachsischen Gesellschaft der Wissenschaften (1896)

Wesentliche Funktionen

- Applikation definierter Reizströme
- Kathode aus zehn stabilen Wolfram-Stiften mit einem Durchmesser von 0,25 mm und flächige Anode zur sicheren Ableitung des Stroms
- Wird im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts *IMI-PainCare* an führenden Zentren eingesetzt



Anwendungen

Die Stimulationselektrode „EPS-P10“ wird dazu eingesetzt, Reizstrompulse einer externen Stromquelle über die Haut von Personen abzugeben. Der elektrische Reiz ermöglicht die reproduzierbare Bestimmung von Empfindungs- und Schmerzschwellen. Mit wiederholten Pulsen und Intensitäten über der Schmerzschwelle kann auch eine über mehrere Stunden anhaltende sekundäre Hyperalgesie ausgelöst werden, um z.B. eine chronische Überempfindlichkeit nachzubilden.

Ein großer Vorteil des Designs mit dünnen Wolfram-Stiften ist die lokale Wirkung. So können auch bei niedrigen Reizstromstärken die nötigen Stromdichten zur Erregung freier Nervenendigungen von A δ - und C-Fasern in der Haut erreicht werden.



Technische Daten

Kathode	Durchmesser: 21 mm 10 Stifte auf einem Kreis mit einem Durchmesser von 5 mm
Kathodenstifte	Dicke: 0,25 mm, Überstand über Kathodenfläche: 0,8 mm Abstand zwischen Mittelpunkt der Kathodenstifte und Anode: 20 mm Material: Wolfram
Anode	Fläche: 480 mm ² , 24x20 mm ²
Kabel	hochflexibles Kabel zur Verbindung von Kathode und Anode Verbindungskabel mit Bananenstecker
Zubehör	selbstklebende elektrolytisch leitende Gelpads doppelseitig klebende isolierende Kleberinge

Die Elektrode ist für den mehrfachen Einsatz ausgelegt und leicht zu desinfizieren. Die Gelpads und Kleberinge sind als Disposables auch in größeren Mengen preisgünstig erhältlich. Eine Reizstromquelle gehört nicht zum Lieferumfang.



Die Entwicklung der Elektrode wurde von der Europäischen Union mit Mitteln aus dem Horizon-2020-Programm gefördert.

Literatur

1. Klein T., Magerl W., Hopf H.C., Sandkühler J., Treede R.D.: Perceptual Correlates of Nociceptive Long-Term Potentiation and Long-Term Depression in Humans. *J Neurosci* (2004)
2. Manresa J.B., Andersen O.K., Mouraux A., van den Broeke E.N.: High frequency electrical stimulation induces a long-lasting enhancement of event-related potentials but does not change the perception elicited by intra-epidermal electrical stimuli delivered to the area of increased mechanical pinprick sensitivity. *PloS One* (2018)
3. Nochi Z., Pia H., Pelz B., Götz M., Höink J.N., Kostenko A., Wittayer M., Caspani O., Treede R.D., Tankisi H., Finnerup N.B.: Investigation of Potential Effects of High Frequency Electrical Stimulation on Small Sensory Fibers using Perception Threshold Tracking. Conference Paper on IASP World Congress on Pain (2020)
4. Pia H., Nochi Z., Pelz B., Götz M., Höink J.N., Treede R.D., Finnerup N.B., Tankisi H.: Perception threshold tracking (PTT) - A novel method to assess the small fiber function. Conference Paper on IASP World Congress on Pain (2020)
5. van den Broeke E.N., Mouraux A.: High-frequency electrical stimulation of the human skin induces heterotopical mechanical hyperalgesia, heat hyperalgesia, and enhanced responses to nonnociceptive vibrotactile input. *J Neurophysiol* (2014)



Kontakt

MRC Systems GmbH
Hans-Bunte-Str. 10
69123 Heidelberg
Tel.: 06221/13803-00
Email: info@mrc-systems.de



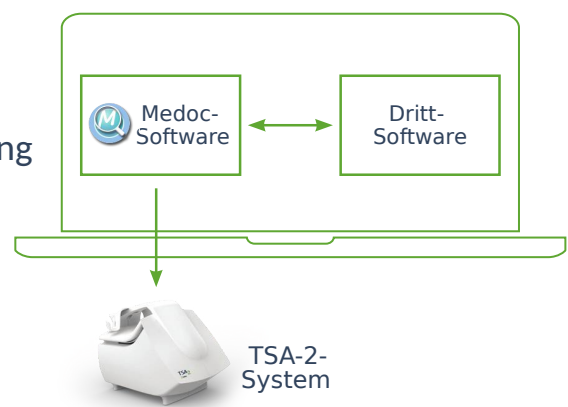
Der jüngste Fortschritt in der thermischen Schmerzstimulation



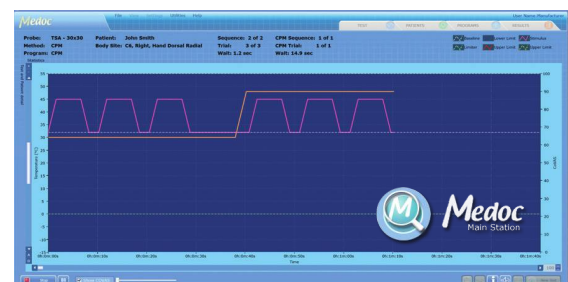
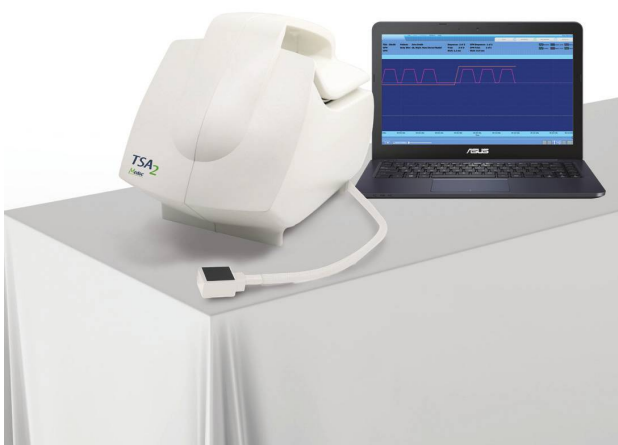
- Präzise Kontrolle der Stimulationstemperatur
- Externe Ansteuerungsmöglichkeit standardmäßig integriert
- Steile Temperaturraten von bis zu 13°C/s
- Konfigurationen mit ein und zwei Thermoden
- Einsatz am MRT mit MR-kompatiblen Thermoden möglich
- Konfigurierbar für CHEPS-Reize

Kontrolle, Präzision und Zuverlässigkeit für Ihre Forschungsthemen

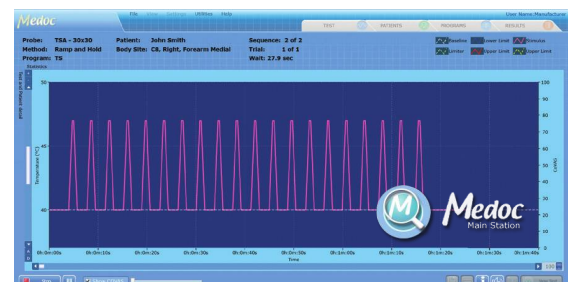
- ✓ Dynamische Protokolle mit MATLAB[®] und anderen Plattformen möglich
- ✓ EEPROM zur kontinuierlichen Überwachung der Kalibration im Thermodenkopf
- ✓ Zwei Thermodenanschlüsse für CPM oder andere spannende Protokolle
- ✓ Mehr als 15 Jahre Erfahrung mit MR-kompatiblen Lösungen
- ✓ Verschiedene Thermoden: 30x30mm², 16x16mm², intraoral, intravaginal, fMRI-kompatibel



Die externe Kontrolle erlaubt dynamische Protokolle.



CPM-Protokolle mit zwei Thermoden



Untersuchung der zeitlichen Summierung



TSA2-Air ist ein portables, luftgekühltes Gerät zur Messung aller thermischen Schwellwerte gemäß DFNS in der quantitativ sensorischen Testung (QST).

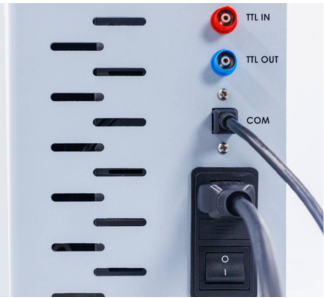
- Alle thermischen Modalitäten (Kälte- und Wärmewahrnehmung, Kälte- und Hitzeschmerzempfindung)
- 30x30-mm.Thermode (Goldstandard)
- Luftgekühlt für einfache Wartung
- Portabel
- TTL-Ein- und Ausgang zur Synchronisation mit anderen Geräten
- External control über Matlab, Phyton oder andere Programme

ANWENDUNGEN

Standard-QST-Protokolle inkl. Limits, Levels, und TSL



Ausstattung für komplexe Protokolle: TTL und External control



Noxische und nicht-noxische Wärme und Kälte



Einsatz mit CoVAS USB möglich



Dynamische QST:
 - CPM (konditionierte Schmerzmodulation)
 - Temporale Summierung
 - Offset-Analgesie



ÜBER MEDOC UND MRC

Medoc entwickelt und produziert QST-Geräte seit mehr als 30 Jahren. Zu den Kunden gehören führende Kliniken, Universitäten und Forschungseinrichtungen auf der ganzen Welt. MRC betreut die Medoc-Geräte in Deutschland seit 2019 und ergänzt damit die Palette der eigenen taktilen und anderen Stimulationsgeräte.



Einfach zu bedienen • Validiert • Leicht und mobil • Günstig

Small-fiber-Neuropathien können mit traditionellen elektrodiagnostischen Methoden nicht erkannt werden

"Sensory modalities are more frequently affected than motor modalities and impairment of small nerve fibers could be the earliest detectable sign".

Papanas, Vinik, Ziegler; Nat Rev Endocrinol, 2011

Erweiterter Temperaturbereich von **16 bis 50°C**



Q-Sense bietet bedienerfreundliche, wissenschaftlich validierte Tests der Wärme-, Kälte- und Wärmeschmerzschwellen – also aller klinischen Faktoren zur Bestimmung von diabetischen, chemotherapie-induzierten, idiopathischen und anderen Small-Fiber-Neuropathien.

“Damage to small, unmyelinated C-fiber has the greatest impact on survival and quality of life”.

Vinik et al, Exp Clin Endocrinol Diabetes, 2001

- Frühzeitige Erkennung
Subklinische Erkennung könnte schwere neurologische Komplikationen reduzieren, da früher und effektiver therapiert werden kann
- Überwachung des Therapieansprechens
Kann als Biomarker für Behandlungen und pharmakologische Interventionen dienen
- Validierte Methode
Akzeptiert von der wissenschaftlichen Community, Zulassungsstellen und betroffenen Patienten



“Thermal hyperalgesia is a relevant clinical marker of early oxaliplatin neurotoxicity and may predict neuropathy”.

Attal et al, PAIN, 2009



“The frequency of small fiber neuropathy found with the thermal threshold test was higher than large fiber neuropathy found with Nerve Conduction ($p < 0.001$) and was found at an earlier stage”.

Jimenez-Cohl et al, J. Diabetes Sci Technol, 2012

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Vergleich zu Norm-/Referenzdaten ● Vorprogrammierte Testalgorithmen ● Vielseitige Patienten-Datenbank und Exportfunktionen | <ul style="list-style-type: none"> ● Sensitiv und reproduzierbar ● Einfache Interpretation der klinischen Testberichte |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



Computer-unterstütztes Druck-Algometer zur Bestimmung
der Schmerzwahrnehmung

**Software-basiertes visuelles und akustisches Echtzeit-Feedback
zur Kontrolle und Beobachtung des applizierten Drucks**

- Visuelles und akustisches Feedback in Echtzeit
- Wahl der Körperregionen
- Patienten-Antworteinheit
- Anpassbare grafische Berichte
- Kalibration, Kraftvalidierung
- Ramp&Hold- u.a. Protokolle



Hardware-Vorteile

- Ergonomischer Griff
- Aufladbarer Akku
- verschiedene Kontakteinheiten



Patienten-Antworteinheit

Software-Funktionen

- Verwaltung von Patienten, Testmethoden und Ergebnissen
- Grafische Druckanzeige in kPa und anderen Einheiten
- Patienten-Antworteinheit zur Rückmeldung von Schmerzschwellen und Toleranzen
- Wahl der Körperregion
- Testergebnisse können zu einer gewählten Körperregion angezeigt werden
- Testergebnisse können gespeichert, nach Excel exportiert und in Berichtsform ausgedruckt werden



Anzeige-Bildschirm des Algometers

Test-Management

- Grafische Anzeige der Tests inklusive der applizierten Druckänderungsraten
- Grafische Anzeige der Teststatistik entsprechend der jeweiligen Testmethode

PinPrick-Stimulatoren

- Adamczyk W.M., Budzisz A., Saulicz O., Szikszay T.M., Saulicz E., Luedtke K.: Tactile Precision Remains Intact When Acute Neck Pain Is Induced. *J Pain* (2019)
- Backonja M.M., Attal N., Baron R., Bouhassira D., Drangholt M., Ziegler D. et al.: Value of quantitative sensory testing in neurological and pain disorders: NeuPSIG consensus. *Pain* (2013)
- Blankenburg M., Junker J., Hirschfeld G., Michel E., Aksu F., Wager J., Zernikow B.: Quantitative sensory testing profiles in children, adolescents and young adults (6–20 years) with cerebral palsy: Hints for a neuropathic genesis of pain syndromes. *Eur J Paediatr Neurol* (2018)
- Dimova V., Oertel B.G., Kabakci G., Zimmermann M., Hermens H., Lauterbacher S., Ultsch A., Lötsch J.: A More Pessimistic Life Orientation Is Associated With Experimental Inducibility of a Neuropathy-like Pain Pattern in Healthy Individuals. *J Pain* (2015)
- Geber C., Klein T., Azad S., Birklein F., Gierthmühlen J., Hüge V., Lauchart M., Nitzsche D., Stengel M., Valet M., Baron R., Maier C., Tölle T., Treede R.D.: Test-retest and interobserver reliability of quantitative sensory testing according to the protocol of the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): a multi-centre study. *Pain* (2011)
- Hartley C., Goksan S., Poorun R., Brotherhood K., Mellado G.S., Moultrie F., Rogers R., Adams E., Slater R.: The relationship between nociceptive brain activity, spinal reflex withdrawal and behaviour in newborn infants. *Sci* (2015)
- Jürgens T.P., Sawatzki A., Henrich F., Magerl W., May A.: An improved model of heat-induced hyperalgesia-repetitive phasic heat pain causing primary hyperalgesia to heat and secondary hyperalgesia to pinprick and light touch. *PloS One* (2014)
- Klein T., Magerl W., Hanschmann A., Althaus M., Treede R.D.: Antihyperalgesic and analgesic properties of the N-methyl-D-aspartate (NMDA) receptor antagonist neramexane in a human surrogate model of neurogenic hyperalgesia. *European Journal of Pain* (2008)
- Lee I., Wallraven C., Kong J., Chang D.S., Lee H., Park H.J., Chae Y.: When pain is not only pain: Inserting needles into the body evokes distinct reward-related brain responses in the context of a treatment. *Physiol Behav* (2015)
- Magerl W., Fuchs P.N., Mayer R.A., Treede R.D.: Roles of capsaicin-insensitive nociceptors in pain and secondary hyperalgesia. *Brain* 124 (2001)
- Magerl W., Krumova E.K., Baron R., Tölle T., Treede R.D., Maier C.: Reference data for quantitative sensory testing (QST): refined stratification for age and a novel method for statistical comparison of group data. *Pain* (2010)
- Maier C., Baron R., Tölle T.R., Binder A., Birbaumer N., Birklein F., Gierthmühlen J., Flor H., Geber C., Hüge V., Krumova E.K., Landwehrmeyer G.B., Magerl W., Maihöfner C., Richter H., Rolke R., Scherens A., Schwarz A., Sommer C., Tronnier V., Uçeyler N., Valet M., Wasner G., Treede R.D.: Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): somatosensory abnormalities in 1236 patients with different neuropathic pain syndromes. *Pain* (2010)
- Mauermann E., Blum C.A., Buse G.L., Bandschapp O., Ruppen W.: Time course of copeptin during a model of experimental pain and hyperalgesia. *Eur J Anaesthesiol* (2017)
- Meyer-Frießem C.H., Haag L.M., Schmidt-Wilcke T., Magerl W., Pokatzki-Zahn E.M., Tegenthoff M., Zahn P.K.: Transcutaneous spinal DC stimulation reduces pain sensitivity in humans. *Neurosci Lett* (2015)

- Oudejans L., He X., Niesters M., Dahan A., Brines M., vanVelzen M.: Cornea nerve fiber quantification and construction of phenotypes in patients with fibromyalgia. *Nature Srep* (2016)
- Schuh-Hofer S., Wodarski R., Pfau D.B., Caspani O., Magerl W., Kennedy J.D., Treede R.D.: One night of total sleep deprivation promotes a state of generalized hyperalgesia: a surrogate pain model to study the relationship of insomnia and pain. *Pain* (2013)
- Stiasny-Kolster K., Pfau D.B., Oertel W.H., Treede R.D., Magerl W.: Hyperalgesia and functional sensory loss in restless legs syndrome. *Pain* (2013)
- Vogel C., Rukwied R., Stockinger L., Schley M., Schmelz M., Schleinzer W., Konrad C.: Functional characterisation of at-level hypersensitivity in patients with spinal cord injury. *J Pain* (2017)
- Watanabe K., Noma N., Sekine N., Takanezawa D., Hirota C., Eliav E., Imamura Y.: Association of somatosensory dysfunction with symptom duration in burning mouth syndrome. *Clin Oral Invest* (2018)
- Ziegler E.A., Magerl W., Meyer R.A., Treede R.D.: Secondary hyperalgesia to punctate mechanical stimuli. *Brain* (1999)

PinPrick mit Kontakttrigger

- Ianetti G.D., Baumgaertner U., Tracey I., Treede R.D., Magerl W.: Pinprick-evoked brain potentials (PEPs): a novel tool to assess central sensitization of nociceptive pathways in humans. *J Neurophysiol* (2013)
- Rosner J., Scheuren P. S., Stalder S. A., Curt A., Hubli M.: Pinprick Evoked Potentials – Reliable Acquisition in Healthy Human Volunteers. *Pain Med* (2019)
- van den Broeke E., Lenoir C., Mouraux A.: Secondary hyperalgesia is mediated by heat-insensitive A-fibre nociceptors. *J Physiol* (2016)
- van den Broeke E., Mouraux A., Groneberg A., Pfau D.B., Treede R.D., Klein T.: Characterizing pinprick-evoked brain potentials before and after experimentally induced secondary hyperalgesia. *J Neurophysiol* (2015)

EPS-P10 Stimulationselektrode

- Klein T., Magerl W., Hopf H.C., Sandkühler J., Treede R.D.: Perceptual Correlates of Nociceptive Long-Term Potentiation and Long-Term Depression in Humans. *J Neurosci* (2004)
- Manresa J.B., Andersen O.K., Mouraux A., van den Broeke E.N.: High frequency electrical stimulation induces a long-lasting enhancement of event-related potentials but does not change the perception elicited by intra-epidermal electrical stimuli delivered to the area of increased mechanical pinprick sensitivity. *PLoS One* (2018)
- Nochi Z., Pia H., Pelz B., Götz M., Höink J.N., Kostenko A., Wittayer M., Caspani O., Treede R.D., Tankisi H., Finnerup N.B.: Investigation of Potential Effects of High Frequency Electrical Stimulation on Small Sensory Fibers using Perception Threshold Tracking. *Conference Paper on IASP World Congress on Pain* (2020)
- Pia H., Nochi Z., Pelz B., Götz M., Höink J.N., Treede R.D., Finnerup N.B., Tankisi H.: Perception threshold tracking (PTT) - A novel method to assess the small fiber function. *Conference Paper on IASP World Congress on Pain* (2020)
- van den Broeke E.N., Mouraux A.: High-frequency electrical stimulation of the human skin induces heterotopical mechanical hyperalgesia, heat hyperalgesia, and enhanced responses to nonnociceptive vibrotactile input. *J Neurophysiol* (2014)

OptiHair2 - von-Frey-Filamente

- Agalave N.M., Larsson M., Abdelmoaty S., Su J., Baharpoor A., Lundbäck P., Palmblad K., Andersson U., Harris H., Svensson C.I.: Spinal HMGB1 induces TLR4-mediated long-lasting hypersensitivity and glial activation and regulates pain-like behavior in experiment alarthritis. *Pain* (2014)
- Andrews K. The effect of changes in temperature and humidity on the accuracy of von Frey hairs. *J Neurosci Methods* (1993)
- Fernandez-Zafra T., Gao T., Jurczak A., Sandor K., Hore Z., Agalave N.M., Su J., Estelius J., Lampa J., Hokfelt T., Wiesenfeld-Hallin Z., Xu X., Denk F., Svensson C.I.: Exploring the transcriptome of resident spinal microglia after collagen antibody-induced arthritis. *Pain* (2019)
- Fruhstorfer H., Gross W., Selbmann O. von Frey hairs: new materials for a new design. *Eur J Pain* (2001)
- Jürgens T.P., Schulte A., Klein T., May A.: Transcranial direct current stimulation does neither modulate results of a quantitative sensory testing protocol nor ratings of suprathreshold heat stimuli in healthy volunteers. *Eur J Pain* (2012)
- Lang S., Klein T., Magerl W., Treede R.D.: Modality-specific sensory changes in humans after the induction of long-term potentiation (LTP) in cutaneous nociceptive pathways. *Pain* (2007)
- Möller K.Ä., Klein S., Seeliger F., Finn A., Stenfors C., Svensson C.I.: Monosodiumiodoacetate-induced monoarthritis develops differently in knee versus ankle joint in rats. *Neurobiol Pain* (2019)
- Münster T., Eckl S., Leis S., Göhring-Waldeck G., Ihmsen H., Maihöfner C.: Characterization of Somatosensory Profiles in Patients with Crohn's Disease. *Pain Pract* (2014)
- Okdahl T., Brock C., Fløyel T., Wegeberg A.M.L., Jakobsen P.E., Ejskjaer N., Pociot F., Brock B., Størling J.: Increased levels of inflammatory factors are associated with severity of polyneuropathy in type 1 diabetes. *Clin Endocrinol* (2020)
- Raafat K.M., Omar A.G.: Phytotherapeutic activity of curcuminol: Isolation, GC-MS identification, and assessing potentials against acute and subchronic hyperglycemia, tactile allodynia, and hyperalgesia. *Pharm Biol* (2016)
- Ristić D., Spangenberg P., Ellrich J.: Analgesic and antinociceptive effects of peripheral nerve neurostimulation in an advanced human experimental model. *Eur J Pain* (2008)
- Rolke R., Baron R., Maier C. et al: Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): Standardized protocol and reference values. *Pain* (2006)
- Rolke R., Magerl W., Campbell K.A., Schalber C., Caspari S., Bircklein F., Treede R.D. Quantitative Sensory Testing: A comprehensive protocol for clinical trials. *Eur J Pain* (2006)
- Schimmel M., Voegeli G., Duvernay E., Leemann B., Müller F.: Oral tactile sensitivity and masticatory performance are impaired in stroke patients. *J Oral Rehabil* (2017)
- Stammler T., De Col R., Seifert F., Maihöfner C.: Functional imaging of sensory decline and gain induced by differential noxious stimulation. *NeuroImage* (2008)
- von Frey M.: Ueber den Gebrauch von Reizhaaren. In: Untersuchungen über die Sinnesfunctionen der menschlichen Haut. Erste Abhandlung: Druckempfindung und Schmerz. Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königlich Sachsische Gesellschaft der Wissenschaften (1896)

Mehr Literatur finden Sie auf unserer Website.



Kontakt

MRC Systems GmbH
Hans-Bunte-Str. 10
69123 Heidelberg
Tel.: 06221/13803-00
Email: info@mrc-systems.de

Änderungen vorbehalten.