

Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



MODUL BIOMECHANIK WIRBELSÄULE

Didaktische Einheit D: INSTRUMENTELLE ANALYSE DER WIRBELSÄULE

D.2. Welche dorsalen und lumbalen biomechanischen instrumentierten Auswertungsprotokolle gibt es?

D.2. Welche dorsalen und lumbalen biomechanischen instrumentierten Auswertungsprotokolle gibt es?

ZIELE

- Die Hauptmerkmale, die einen biomechanischen Bewertungstest ausmachen, sollen in Erinnerung gerufen werden.
- Erlernen einiger Protokolle, die für die kinematische Auswertung der Rücken- und Lendenwirbelsäule verwendet werden.
- Erlernen einiger Protokolle, die zur Beurteilung der Kraft und der Muskelaktivität der dorsolumbalen Wirbelsäule verwendet werden.

D.2. Welche dorsalen und lumbalen biomechanischen instrumentierten Auswertungsprotokolle gibt es?

INDEX

- **Erinnern Sie sich: Was ist ein biomechanischer Test? Was beinhaltet er?**
- **Protokolle zur Auswertung der Bewegung**
- **Protokolle zur Auswertung der Stärke**
- **Bewertung der muskulären Aktivität: Oberflächen-EMG**

D.2. Welche dorsalen und lumbalen biomechanischen instrumentierten Auswertungsprotokolle gibt es?

INDEX

- **Erinnern Sie sich: Was ist ein biomechanischer Test? Was beinhaltet er?**
- Protokolle zur Auswertung der Bewegung
- Protokolle zur Auswertung der Stärke:
- Bewertung der muskulären Aktivität: Oberflächen-EMG

Was ist ein biomechanischer Test? Was beinhaltet er?

Ein biomechanischer Bewertungstest ist ein **ergänzender Test**, der mit Hilfe biomechanischer Techniken durchgeführt wird.



Was ist ein biomechanischer Test? Was beinhaltet er?

Es gibt verschiedene biomechanische Bewertungstests. Die Aspekte, die sie definieren, sind:

- Welche Funktion wird bewertet.
- Auf welchem Instrument und welcher Technik es basiert.
- **Welches Bewertungsprotokoll wurde verwendet.**
- Welche Ergebnisse es liefert, in welchen Einheiten und mit welchen Datenanalysetechniken sie gewonnen wurden.
- Standardisierte Kriterien für die Interpretation.

D.2. Welche dorsalen und lumbalen biomechanischen instrumentierten Auswertungsprotokolle gibt es?

INDEX

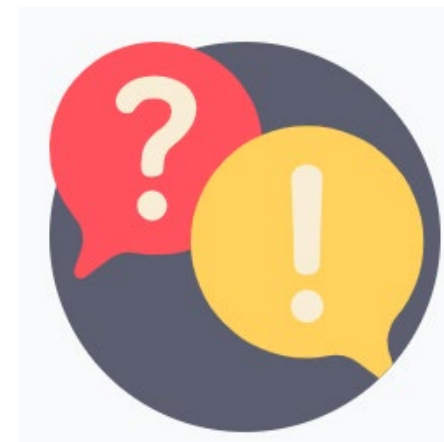
- Erinnern Sie sich: Was ist ein biomechanischer Test? Was beinhaltet er?
- **Protokolle zur Auswertung der Bewegung**
- Protokolle zur Auswertung der Stärke:
- Bewertung der muskulären Aktivität: Oberflächen-EMG

Protokolle zur Auswertung der Bewegung

Dorsolumbale Wirbelsäule: Protokolle?

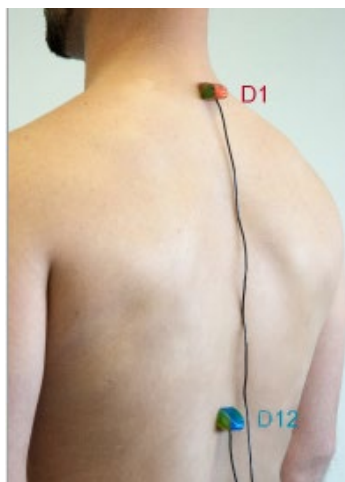
Wir könnten uns entscheiden, jede andere Geste zu messen, vorausgesetzt, dass:

- Wir wissen, wie man das richtige Instrument und die richtige Technik auswählt;
- Geeignetes biomechanisches Modell;
- Korrektes, wohldefiniertes und standardisiertes Protokoll;
- Ordnungsgemäße Datenverarbeitung;
- Gültige, zuverlässige Ergebnisse erhalten;
- Standardisierte Interpretation der Ergebnisse.



Protokolle zur Auswertung der Bewegung

INCLINOMETRY



 NedRangos/IBV

Elektronisches Neigungsmesssystem mit zwei Neigungsmessern:

Die Inklinometer werden platziert, um die Bewegungsachsen für dorsale Flexion-Extension und Rotation zu beurteilen.

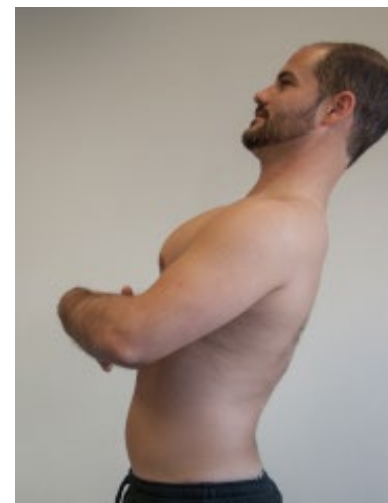
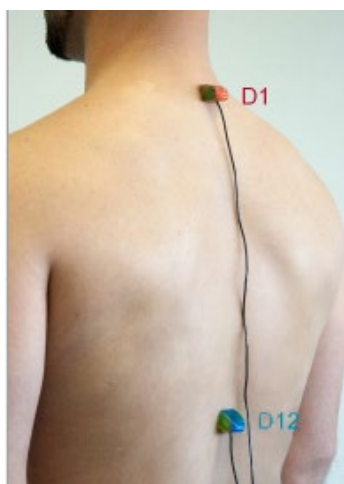
Das Protokoll basiert auf dem Leitfaden der American Medical Association.

Die Neutralstellung wird gemessen, dann wird die zu beurteilende aktive oder passive Bewegung (Flexion und Rotation) durchgeführt.

Mindestens drei gültige Messungen nach dem Wiederholbarkeitskriterium der AMA, die sich um weniger als 10 % oder 5° unterscheiden.

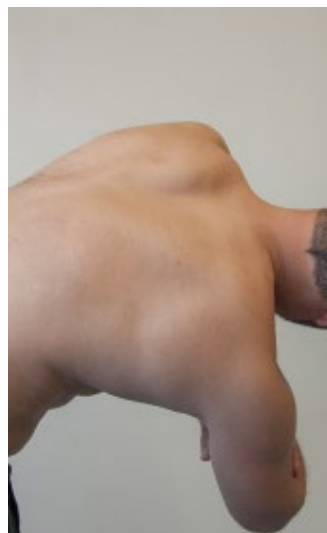
Protokolle zur Auswertung der Bewegung

INKLINOMETRIE: Dorsale Flexion und Extension



1. Neutrale Position
2. Maximale Beugebewegung (Zunahme der Kyphose).
3. Maximale Extensionsbewegung (Reduktion der Kyphose, Öffnung des Brustkorbs).

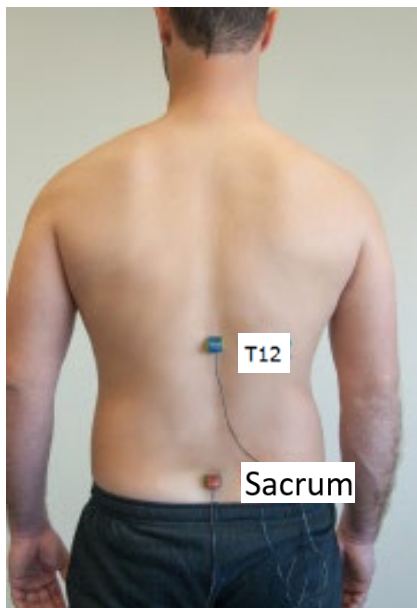
Protokolle zur Auswertung der Bewegung INKLINOMETRIE: Dorsal-Rotation



1. Neutrale Position (Rumpf in Beugung, Arme gekreuzt, keine Rotation).
2. Maximale Rotationsbewegung nach links und rechts (Rotation mit dem Rumpf in Flexion, Heben eines Ellbogens zur Decke).

Protokolle zur Auswertung der Bewegung

INCLINOMETRY



Elektronisches Neigungsmesssystem mit zwei Neigungsmessern:

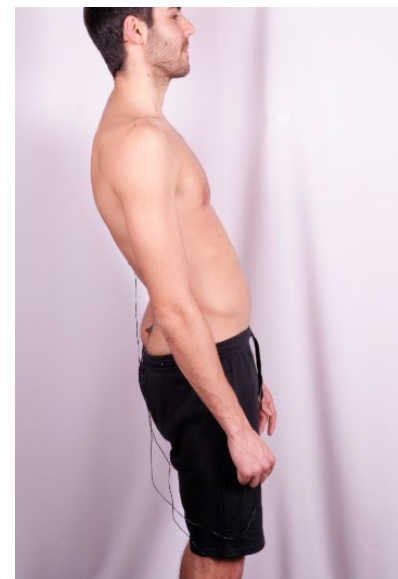
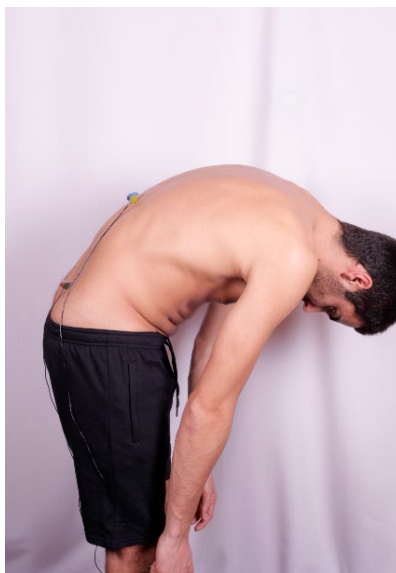
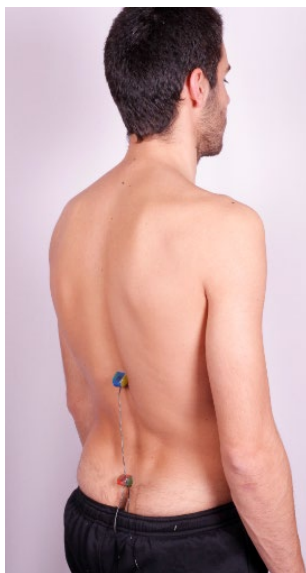
Die Inklinometer werden platziert, um die Bewegungsachsen für lumbale Flexion-Extension und laterale Flexion zu beurteilen.

Das Protokoll basiert auf dem Leitfaden der American Medical Association. Die neutrale Position wird gemessen, dann die maximale aktive oder passive Bewegung, die beurteilt werden soll.

Mindestens drei gültige Messungen nach dem Wiederholbarkeitskriterium der AMA, die sich um weniger als 10 % oder weniger als 5° unterscheiden.

Protokolle zur Auswertung der Bewegung

INKLINOMETRIE: Lumbale Flexion und Extension



1. Neutrale Position
2. Maximale Beugebewegung (Fingerspitzen zum Boden).
3. Maximale Ausfahrbewegung

Protokolle zur Auswertung der Bewegung

INKLINOMETRIE und lumbale Flexion-Extension LUMBARER VALIDITÄTSTEST

Zusätzliche Bestätigung der AMA-Wiederholbarkeit: Ein lumbosakraler Flexions-Extensionstest berücksichtigt die Bewegung der Hüfte am Kreuzbein:

- ♂ Kreuzbein-Flexions-Extensionsbereich $> 55^\circ$.
- ♀ Kreuzbein-Flexions-Extensionsbereich $> 65^\circ$.

Ist dies nicht erfüllt, ist eine Plausibilitätsprüfung ratsam:



✓ Gültiger Test: Der niedrigste passive Elevationswinkel ist nicht mehr als 15° größer als die sakrale Flexion-Extension.

Protokolle zur Auswertung der Bewegung

INKLINOMETRIE: Seitliche Biegungen



1. Neutrale Position
2. Maximale linke und rechte seitliche Beugebewegung (Arm an der Seite des Körpers).

Protokolle zur Auswertung der Bewegung

PHOTOGRAMMETRIE



 **NedLumbar/IBV**
Valoración de la Columna Lumbar

Segments

Cervical

C7 Left



C7 Right

C7 Lower

Thoracic

T12

Lumbar

Left iliac crest

L3

Pelvic

L5

Sacrum

Thigh

Middle third femur

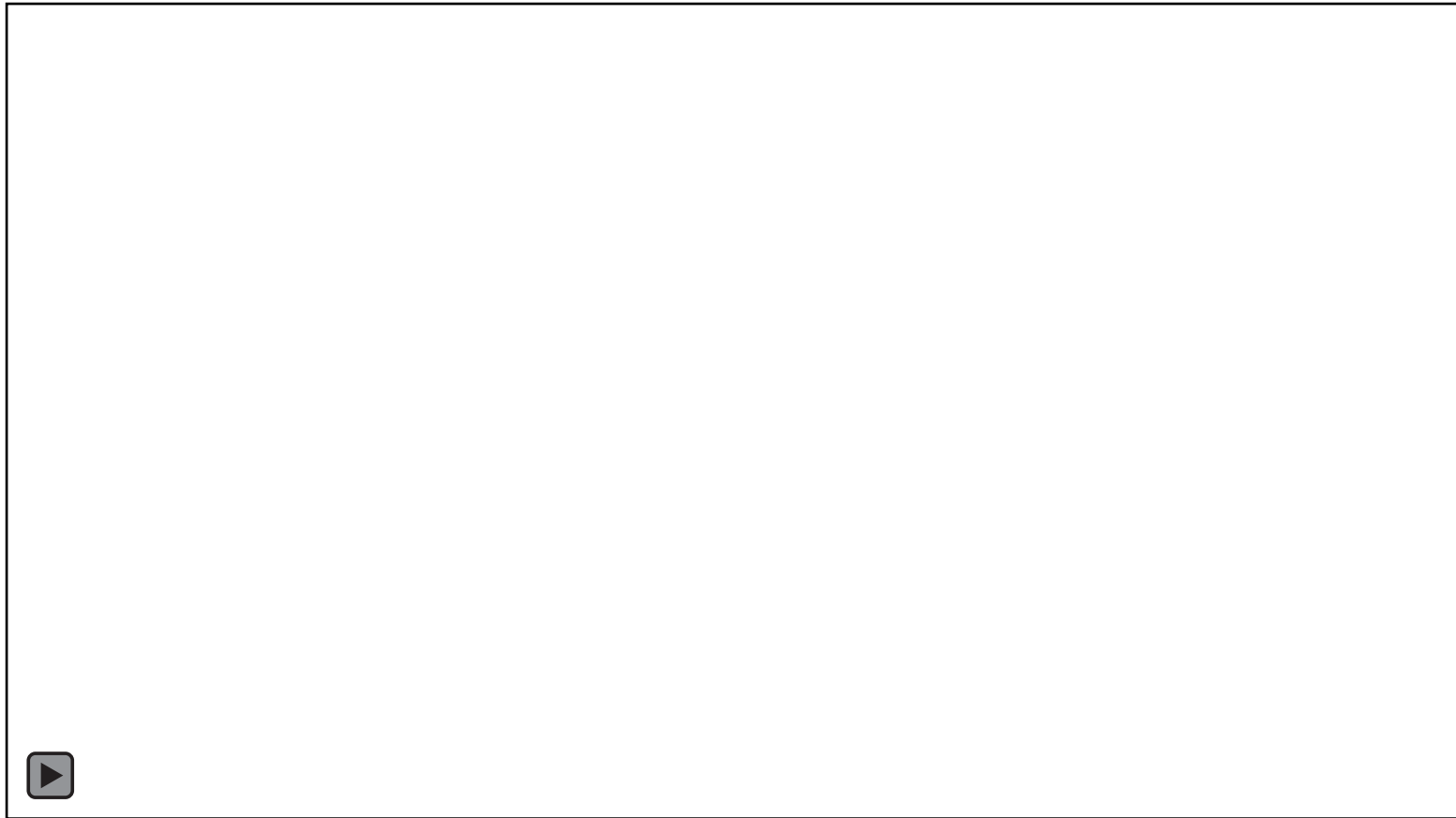
Lateral femoral condyle

Leg

Middle third fibula

Protokolle zur Auswertung der Bewegung

PHOTOGRAMMETRIE: Aufstehen von einem Stuhl



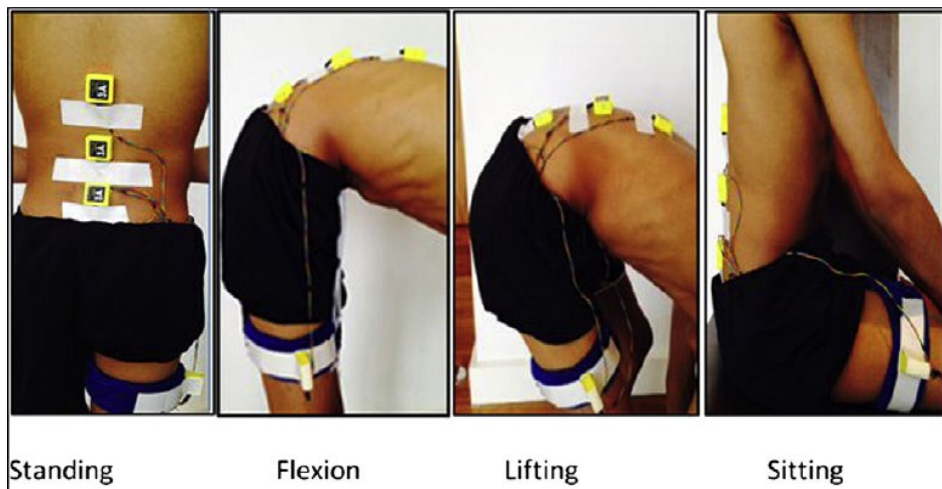
Protokolle zur Auswertung der Bewegung

PHOTOGRAMMETRIE: Ein Gewicht heben



Protokolle zur Auswertung der Bewegung

Alqhtani R.S. et al. bewerteten auch ADL: Stehen, Beugen, Heben eines Objekts und Sitzen.



Beschleunigungsmesssystem: vier Sensoren an S1, L3, T12 und seitlichem Oberschenkel. Messung der Relativbewegung zwischen den Sensoren: Hüftwinkel, unterer und oberer Lendenbereich.

Vorheriges Aufwärmen (Rumpfbeugung/-streckung und Rotation).

Gemessene Gesten:

Beginnend mit den Füßen über den Markierungen auf dem Boden, aufrechte Position mit Blick auf eine vorgegebene Markierung an der Wand in 2 m Höhe.

Bewegungen: maximale anteriore Flexion, Heben eines Objekts vom Boden (z. B. einer Holzkiste mit Griffen) und Hinsetzen und Aufstehen von einem Hocker.

Vor der Messung wird testweise eine komplette Geste durchgeführt.

Protokolle zur Auswertung der Bewegung

Andere Protokolle:

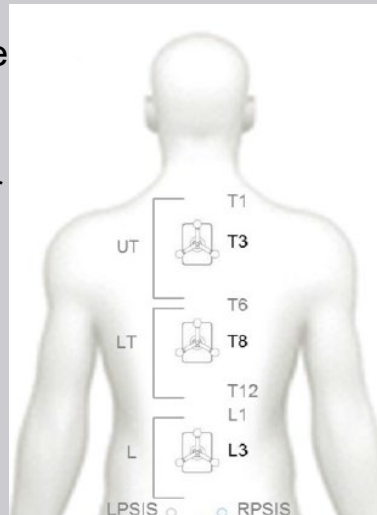
Needham R. et al. und Steele J. et al. konzentrierten sich auf die kinematische Auswertung der Wirbelsäule bei der Ausführung einer gewohnten Aktivität:

Autor(en)	Ziel der Studie
Needham R. et al.	Entwicklung und Validierung eines multisegmentalen kinematischen Modells zur Bewertung der Bewegung der Lenden- und Rückenwirbelsäule beim Gehen

Verwendetes Protokoll

Kinematisches Modell der Wirbelsäule: Modell der Markierungen.

Validiert mit mechanischer Modell. Messungen verglichen mit Elektrogoniometer und Torsiometer. Ermöglicht 3D-Winkel Messung (XZY-Achsen).



Barfußlaufen auf einem Gehweg in selbst gewählter Geschwindigkeit. Das Wireless Timing Gates System wurde verwendet (Brower Timing Systems, Draper, UT, USA), um sicherzustellen, dass die genannte Geschwindigkeit erreicht wurde.

Es werden fünf Messungen oder Begehungen des Gehweges durchgeführt, wobei der Tritt auf zwei dynamometrische Plattformen sichergestellt wird. Der gesamte Vorgang wird eine Woche später wiederholt (Test-Retest-Wiederholbarkeitsstudie).

Protokolle zur Auswertung der Bewegung

Andere Protokolle:

Kinematische Auswertung der Wirbelsäule bei der Ausübung einer gewohnten Tätigkeit: Gehen.

Autor(en)	Ziel der Studie
Steele et al.	Untersuchung der Beziehung zwischen der Kinematik der Wirbelsäule beim Gehen mit Schmerzen und der Streckkraft der Lendenwirbelsäule bei Personen mit Lumbalgie.

Becken- und thorakolumbales Marker-Modell.
Dadurch kann die lumbale Bewegung in Bezug auf das Becken in 3D gemessen werden.



Die Versuchsperson läuft mit selbst gewählter Geschwindigkeit auf einem markierten Gehweg von 8 m Länge. Es werden mindestens fünf Wanderungen oder Versuche gesammelt.

D.2. Welche dorsalen und lumbalen biomechanischen instrumentierten Auswertungsprotokolle gibt es?

INDEX

- Erinnern Sie sich: Was ist ein biomechanischer Test? Was beinhaltet er?
- Protokolle zur Auswertung der Bewegung
- **Protokolle zur Auswertung der Stärke**
- Bewertung der muskulären Aktivität: Oberflächen-EMG

Protokolle zur Auswertung der Stärke

ISOMETRISCHE DYNAMOMETRIE

- Diese Geräte dienen zur Messung der Widerstandskraft ohne Längenänderung der Muskelfasern und ohne Bewegung der Gelenke.
- Unterschiedliche Protokolle.



Manuelles Dynamometer
MicroFET2 zur Bewertung
des Bewegungsapparates



Auswertung der isometrischen Kraft in jedem Bogen, einschließlich der Kraft aus dem Rumpf, insbesondere in der **Extension**. Maximale Kraftspitze bestimmt und Kraftkurven und Diagramme erstellt.

Informationen und Bilder von:

<https://tienda.fisaude.com/dinamometro-evaluacion-musculo-esqueletica-microfet2-p-39680.html>

Protokolle zur Auswertung der Stärke

ISOMETRISCHES DYNAMOMETER: Einige Protokolle zur Beurteilung der dorsolumbalen Wirbelsäulenstärke in der Bibliographie.

Autor(en)	Ziel der Studie
Pranata A. et al.	Untersuchung der Fähigkeit zur Überprüfung der lumbalen Extensorenkraft bei Probanden mit chronischen lumbalen Schmerzen und Analyse, ob diese mit dem wahrgenommenen Grad der Behinderung zusammenhängt.

Verwendetes Protokoll

Die maximale freiwillige isometrische Kontraktion des lumbalen Extensors (MVIC) zur Ableitung submaximaler Werte (20-50% des MVIC) für die Target-Matching-Aufgestützte Sitzposition mit einem Lumbalextensor-Dynamometer (MedX). Der MedX stabilisiert das Becken über ein Rückhaltesystem, das verhindert, dass Rotation durch Isolierung der lumbalen Extensor-Muskelgruppe.

Vorheriges 30-sekündiges Aufwärmen: lumbale Flexion und Extension (schmerzfreie Bewegung).

Körperhaltung: neutrale Wirbelsäulenposition (12° Beugung, 0° bei voller Streckung) von der Rückenlehne unterstützt. Probanden sollten ihren Rücken gegen die Rückenlehne drücken. Erhöhung der isometrischen Kraft auf MVIC über einen Zeitraum von 4 Sekunden.



Protokolle zur Auswertung der Stärke

ISOMETRISCHES DYNAMOMETER: Einige Protokolle zur Beurteilung der dorsolumbalen Wirbelsäulenstärke in der Bibliographie.

Autor(en)	Ziel der Studie
Pranata A. et al.	Untersuchung der Fähigkeit zur Überprüfung der lumbalen Extensorenkraft bei Probanden mit chronischen lumbalen Schmerzen und Analyse, ob diese mit dem wahrgenommenen Grad der Behinderung zusammenhängt.

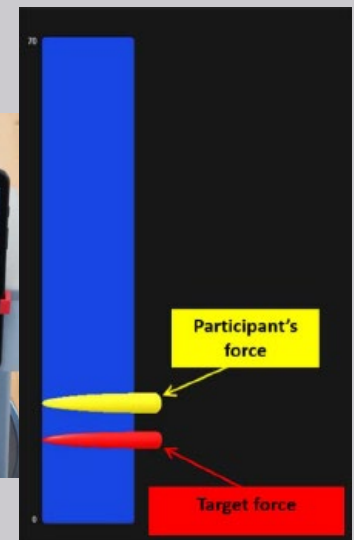
Verwendetes Protokoll

Aufgabe zur Anpassung der lumbalen Streckerkraft:

Probanden sollten das Kraftziel so genau wie möglich treffen, indem sie Erhöhung und Verringerung ihrer isometrischen Kraft von 20 bis 50 % von MVIC bei einer Frequenz von 0,16 Hz.

Die unteren und oberen Kraftzielgrenzen (d. h. 20 % und 50 % MVIC) wurden anhand der Intensität der lumbalen Extensorenkontraktion ausgedrückt, die bei den Aktivitäten des täglichen Lebens verwendet werden.

Zwei Versuche von 60 s Dauer mit einer 30-sekündigen Pause dazwischen wurden durchgeführt. Es wurde ein visuelles Feedback gegeben und Ermutigung zur Verfügung gestellt und der Test und die Umgebung wurden totgeschwiegen.



Protokolle zur Auswertung der Stärke

ISOKINETISCHE DYNAMOMETRIE

Dieser wertet das Kraftmoment ($F \cdot d$) oder Drehmoment aus, das in einem Gelenk oder Körpersegment bei einer vorgegebenen Geschwindigkeit und innerhalb eines vorgegebenen Bewegungsbereichs erzeugt wird.

Verschiedene Positionen: Sitzen, Stehen, Bauchlage, Rückenlage und Dekubitus lateral. Die sitzende Position scheint am besten geeignet zu sein, da sie eine Stabilisierung des Beckens ermöglicht und somit die Muskelaktivität aus der Hüfte minimiert.

In diesem Fall beinhaltet das Protokoll die Wahl des Gesamtbereichs und der Geschwindigkeit ($^{\circ}/s$), mit der die Kraftmessung durchgeführt werden soll:

- Abhängig von der untersuchten Pathologie können unterschiedliche Bereiche und Geschwindigkeiten zu Einschränkungen führen. Zum Beispiel treten bei Probanden mit einer Facettengelenkspathologie Schmerzen bei der Streckung des Rumpfes mit geringer Geschwindigkeit und maximalem Bereich auf, wodurch das maximal erzeugte Moment (Drehmoment) reduziert wird.



Ferreira Quintino L. et al.

D.2. Welche dorsalen und lumbalen biomechanischen instrumentierten Auswertungsprotokolle gibt es?

INDEX

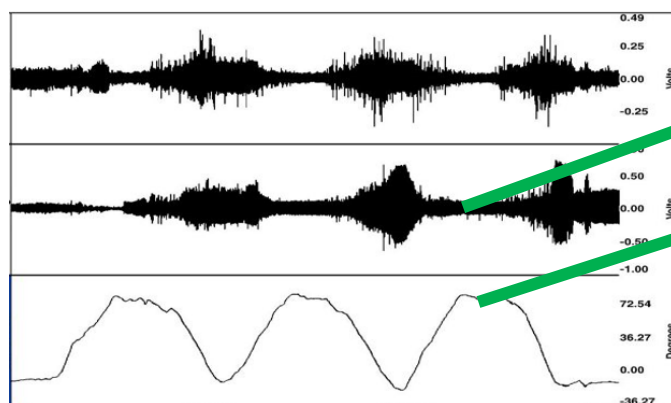
- Erinnern Sie sich: Was ist ein biomechanischer Test? Was beinhaltet er?
- Protokolle zur Auswertung der Bewegung
- Protokolle zur Auswertung der Stärke
- **Bewertung der muskulären Aktivität: Oberflächen-EMG**

Bewertung der muskulären Aktivität: Oberflächen-EMG

OBERFLÄCHEN-EMG

Es gibt viele Bewertungsprotokolle für die Muskelaktivität, die Oberflächen-EMG verwenden:

- **Messung des Flexions-Relaxations-Phänomens an der Lendenwirbelsäule:**
 - ✓ Relaxation der Muskulatur bei maximaler Beugung (gesunde Probanden).
 - ✓ Es gibt verschiedene Protokolle hinsichtlich der Instrumente und Anforderungen an die Geste, die zur Bewertung dieses Phänomens durchgeführt werden soll. Viele von ihnen spezifizieren die erforderliche Mindestbeugung der Lendenwirbelsäule, damit die Auswertung des Phänomens gültig ist.



Verminderung der EMG-Aktivität.

Maximale Beugung.

Ein Beispiel für das Protokoll zur Durchführung dieser Art von Test können Sie über den folgenden Link sehen:

<https://www.youtube.com/watch?v=rrMUmVgEOWg>

Protokolle zur Beurteilung der Lendenwirbelsäule

OBERFLÄCHEN-EMG

Chiou Sy et al.

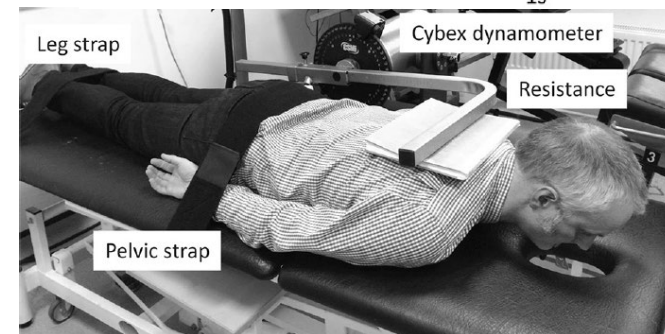
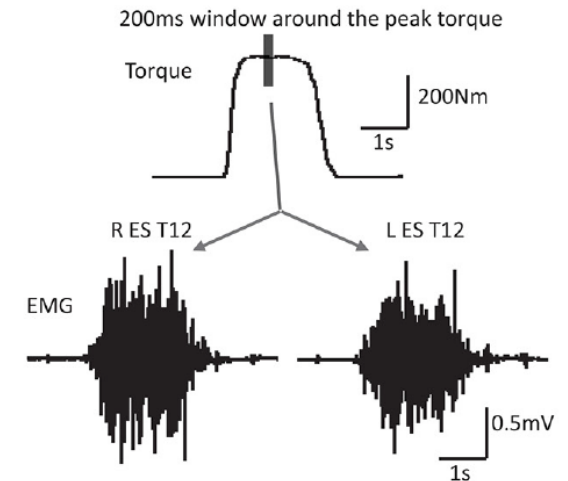
Ziel der Studie

Untersuchung der Fähigkeit zur Überprüfung der lumbalen Extensorenkraft (EMG in Bezug auf die Frequenz) bei Probanden mit lumbalen Schmerzen und Analyse, ob diese mit der wahrgenommenen Behinderung zusammenhängt.

Verwendetes Protokoll

Bilaterale Elektroden in Erector spinae L4 und T12 (EMG). Die Probanden führten drei kurze maximal freiwillige isometrische Kontraktionen (MVICs) der Rückenstrecker durch und das Drehmoment wurde mit einem Dynamometer gemessen.

Die Frequenz des EMG-Signals wird im Moment des Spitzendrehmoments untersucht, wobei man erhält: ein Verhältnis (niedrige/hohe Frequenzen) der Energie, der Spitzenleistung und der Frequenz der Spitzenleistung für jede Aufnahmeestelle, gemittelt und korreliert.

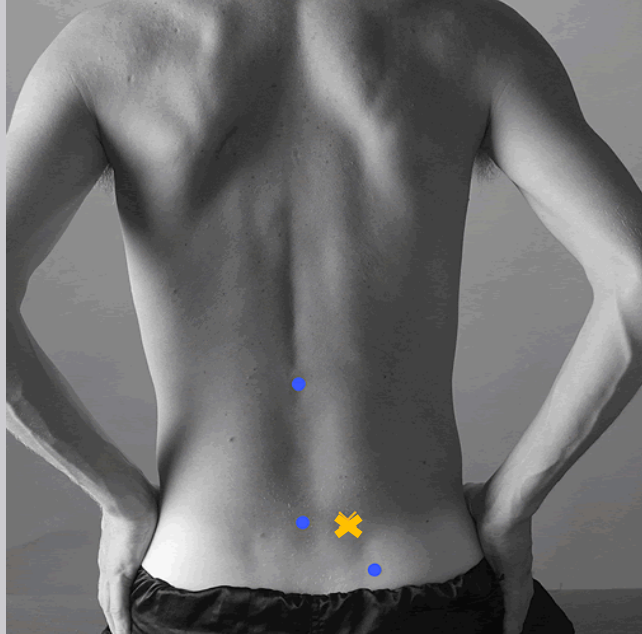


Protokolle zur Beurteilung der Muskelaktivität

SURFACE EMG: Andere Protokolle

SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles) enthält eine Reihe von Vorschlägen zur Bewertung der Muskelaktivität im Rumpf, einschließlich Empfehlungen für die Aktion oder Bewegung, die während der Messung durchgeführt werden soll. Diese umfassen:


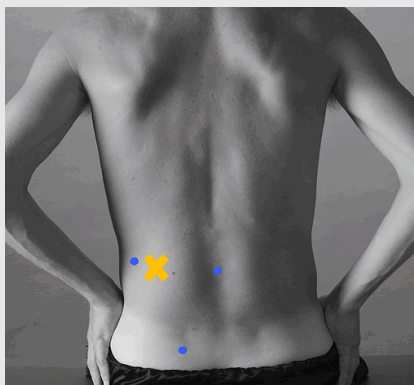
<http://www.seniam.org/>

Muskeln	EMG-Sensoren (X)	Aktivität/Test
Multifidus		Die klinische Prüfung würde darin bestehen, den Rumpf aus der Bauchlage anzuheben.

Protokolle zur Beurteilung der Muskelaktivität

SURFACE EMG: Andere Protokolle

<http://www.seniam.org/>

Muskeln	EMG-Sensoren (X)	Aktivität/Test
Erector spinae longissimus		<p>Die klinische Prüfung würde darin bestehen, den Rumpf aus der Bauchlage anzuheben.</p>
Erector spinae iliocostalis		

WICHTIGE ASPEKTE DER WIRBELSÄULENBEURTEILUNG DURCH TECHNIKEN MIT INSTRUMENTEN

- Es gibt viele Protokolle, um die dorsolumbale Wirbelsäule mit Techniken unter Verwendung von Instrumenten zu bewerten, sei es, um Kraft, Bewegung, Muskelaktivität oder etwas anderes zu messen.
- Theoretisch kann jede Geste mit instrumentellen Techniken ausgewertet werden, vorausgesetzt, wir wählen die richtige, ein geeignetes Protokoll, die richtige Datenverarbeitung und wir haben standardisierte Kriterien zur Interpretation der Ergebnisse.
- Das Messprotokoll muss in jedem Fall enthalten: die Instrumente (falls erforderlich), die Geste, die wir messen, die Anzahl der Wiederholungen, die vorherigen Anweisungen und die Befehle, die dem Patienten während des Tests gegeben werden, die Körperhaltung des Probanden vor und nach der Messung, das Timing (Pausen, Versuche) und so viele Details wie möglich, damit jeder dem gleichen Protokoll folgen kann.
- Bei der Definition eines Messprotokolls müssen alle möglichen Faktoren berücksichtigt werden, die die Validität (wir messen, was wir zu messen beabsichtigen) und die Reliabilität (wenn das Protokoll von demselben oder einem anderen Auswerter unter denselben Bedingungen wiederholt wird, werden die Ergebnisse ähnlich sein) der Ergebnisse beeinflussen können.

Aktivität der Klasse (30')

Sie werden in Gruppen arbeiten:

1. Lesen Sie den Artikel von S. Alqhtani et al. aufmerksam.
2. Sehen Sie sich das Protokoll für die Messung an, einschließlich der Instrumente, Gesten, Bedingungen und Anweisungen/Befehle.
3. Können Sie das Experiment genau reproduzieren?
4. Glauben Sie, dass in der Beschreibung des Experiments etwas fehlt, um es reproduzieren zu können? Was? Warum ist es wichtig und wie könnte es Ihrer Meinung nach die erzielten Ergebnisse beeinflussen?

Teilen Sie Ihre Schlussfolgerungen mit Ihren Kollegen.

Referenzen

- Correlation of lumbar-hip kinematics between trunk flexion and other functional tasks. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 38(6), 442-447.
- Needham, R., Naemi, R., Healy, A., & Chockalingam, N. (2016). Multi-segment kinematic model to assess three-dimensional movement of the spine and back during gait. *Prosthetics and orthotics international*, 40(5), 624-635. Needham R. et al.
- Steele, J., Bruce-Low, S., Smith, D., Jessop, D., & Osborne, N. (2014). Lumbar kinematic variability during gait in chronic low back pain and associations with pain, disability and isolated lumbar extension strength. *Clinical Biomechanics*, 29(10), 1131-1138.
- Pranata, A., Perraton, L., El-Ansary, D., Clark, R., Fortin, K., Dettmann, T., ... & Bryant, A. (2017). Lumbar extensor muscle force control is associated with disability in people with chronic low back pain. *Clinical Biomechanics*, 46, 46-51.
- Chiou, S. Y., Koutsos, E., Georgiou, P., & Strutton, P. H. (2018). Association between spectral characteristics of paraspinal muscles and functional disability in patients with low back pain: a cohort study. *BMJ open*, 8(2), e017091.
- Quintino, L. F., Franco, J., Gusmão, A. F. M., Silva, P. F. D. S., & Faria, C. D. C. D. M. (2018). Trunk flexor and extensor muscle performance in chronic stroke patients: a case-control study. *Brazilian journal of physical therapy*, 22(3), 231-237.

Websites:

<https://tienda.fisaude.com/dinamometro-evaluacion-musculo-esqueletica-microfet2-p-39680.html>

<http://www.seniam.org/>





Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, welcher nur die Ansichten der Verfasser wiedergibt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen haftbar gemacht werden.

