

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



MODUL BIOMECHANIK: GRUNDLAGEN DER BIOMECHANIK ANGEWANDT AUF DEN BEWEGUNGSAPPARAT

Didaktische Einheit C: PHYSIOLOGISCHE ZEICHEN UND MORPHOMETRISCHE PARAMETER



Index

1. ZIELE2	
2. WAS IST ANTHROPOMETRIE UND WIE WIRD SIE DURCH QUANTITATIVE PARAMETER BESCHRIEBEN?	3
3. PHYSIOLOGISCHE ZEICHEN ALS NICHT-INVASIVE, GRUNDLEGENDE MÖGLICHKEIT ZUR BEURTEILUNG UND ÜBERWACHUNG DES PATIENTENZUSTANDS IN MODERNEN, EFFEKTIVEN, MULTIMODALEN BIOSIGNAL-ERFASSUNGSSYSTEMEN.	6
Allgemeine Vorgehensweise des Biosignal-Erkennungssystems.	7
Übersicht über die häufigsten physiologischen Signale und ihre Bedeutung	8
Elektrokardiogramm - EKG	8
Elektromiogramm - EMG	8
Galvanische Hautreaktion (GSR)	10
4. SCHLÜSSELIDEEN	12
5. REFERENZEN	13

1. Ziele

- Lernen, welches die üblichen physiologischen Zeichen und anthropometrischen Parameter sind, um den Patienten als biologisches Objekt zu charakterisieren.
- Zu wissen, welche Rolle die Verwendung von physiologischen Zeichen und anthropometrischen Parametern spielt, um auf nicht-invasive Weise den allgemeinen Zustand des Patientenorganismus und seine Entwicklung zu beurteilen.
- In der Lage sein, ausgewählte physiologische Zeichen und anthropometrische Parameter als Indikatoren für eine Screening-Untersuchung für die weitere, speziellere Behandlung auszuwählen und zu verwenden.

2. Was ist Anthropometrie und wie wird sie durch quantitative Parameter beschrieben?

Anthropometrische Messungen sind eine Reihe von quantitativen Messungen des Muskel-, Knochen- und Fettgewebes, die zur Beurteilung der Körperzusammensetzung verwendet werden. Die Kernelemente der Anthropometrie sind Größe, Gewicht, Body-Mass-Index (BMI), Körperumfänge (Taille, Hüfte und Gliedmaßen) und Hautfaltendicke.

Anthropometrie ist die Methode zur Vermessung des menschlichen Körpers oder der einzelnen Körperteile, die die quantitative Bestimmung der morphologischen Merkmale und den Einblick in ein objektives Bild des Wachstumszustandes der getesteten Person beinhaltet. Es ist auch die gebräuchlichste Technik, um das Vorhandensein und den Grad von Protein-Energie-Mangelernährung zu beurteilen.

Die Anthropometrie kann verwendet werden, um eine einzelne Person zu messen, um festzustellen, ob sie eine Ernährungsintervention benötigt, oder sie kann verwendet werden, um viele Personen zu messen, um festzustellen, ob Mangelernährung ein Problem in einer Bevölkerung ist.

Zu den häufigsten anthropometrischen Messungen gehören:

- Höhe oder Länge
- Gewicht
- Mittlerer-Oberarm-Umfang (MUAC)
- Halbspannweite oder Armspannweite
- Kniehöhe
- Sitzhöhe
- Dicke der Hautfalte
- Kopfumfang

Größe (oder Länge) und Gewicht sind die gebräuchlichsten anthropometrischen Maße, um den Protein-Energie-Ernährungsstatus in Notfällen anzuzeigen. Anthropometrische Messungen werden miteinander oder mit anderen Daten kombiniert, um anthropometrische Indizes zu berechnen. Die gebräuchlichsten Indizes, die in Notfällen verwendet werden, sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Index	Ernährungsproblem gemessen
Gewicht-zu-Höhe	Akute Unterernährung (Verschwendung)
Größe für Alter	Chronische Unterernährung (Stunting)
Gewicht-im-Alter	Jede Protein-Energie-Mangelernährung (Untergewicht)

Wenn Sie die Prävalenz der akuten Protein-Energie-Mangelernährung messen wollen, sollten Sie das Gewicht-zu-Größe-Verhältnis verwenden. In der Praxis sind jedoch meist alle drei Indizes verfügbar. Die meisten Notfall-Erhebungen zur Ernährung messen Geschlecht, Größe, Gewicht und Alter. Aus diesen Messungen können alle drei anthropometrischen Indizes leicht mit einem Computer berechnet werden.

Der gebräuchlichste anthropometrische Index zur Messung der akuten Protein-Energie-Mangelernährung (manchmal auch "chronischer Energiemangel" genannt) bei Erwachsenen ist der Body-Mass-Index (BMI).

Der BMI ist ein beschreibender Index des Körperhabitus, der sowohl die schlanken als auch die fettleibigen Menschen umfasst und als **Körpergewicht geteilt durch die Körpergröße zum Quadrat [kg/m²]** ausgedrückt wird.

Der Cut-off-Punkt zur Definition von Mangelernährung ist für alle Erwachsenen gleich, unabhängig von Alter, Größe oder Geschlecht:

Art und Grad der Unterernährung	BMI-Bereich (kg/m ²)
Übergewichtig	30.0+
Übergewicht	25.0 - 29.9
Normal	18.5 - 24.9
CED* Mild	17.0 - 18.4
CED Mäßig	16.0 - 16.9
CED Schwere	<16.0

* CED = Chronischer Energiemangel

Der Bauchumfang als wichtiger anthropometrischer Index.

Adipositas ist in der Regel mit erhöhten Mengen an intraabdominalem Fett verbunden. Ein zentralisiertes Fettmuster ist mit der Ablagerung von sowohl intra-abdominalem als auch subkutanem Bauchfettgewebe verbunden.

Das Verhältnis von Bauchumfang (oft fälschlicherweise als "Taillenumfang" bezeichnet) zu Hüftumfang ist ein rudimentärer Index zur Beschreibung der Fettgewebsverteilung oder Fettmusterung. Bauch-Hüft-Verhältnisse größer als 0,85 repräsentieren eine zentralisierte Fettverteilung. Die meisten Männer mit einem Verhältnis größer als 1,0 und Frauen mit einem Verhältnis größer als 0,85 haben ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes und Krebs

Bioelektrische Impedanzanalyse - komplexe biomedizinische Messmethode zur Beurteilung der anthropometrischen Maße.

Die Analyse der Körperzusammensetzung mittels bioelektrischer Impedanz liefert Schätzungen des Gesamtkörperwassers (TBW), der fettfreien Masse (FFM) und der Fettmasse durch Messung des Widerstands des Körpers als Leiter gegenüber einem sehr kleinen elektrischen Wechselstrom.

Bioelektrische Impedanz-Analysatoren messen keine biologische Größe und beschreiben kein biophysikalisches Modell im Zusammenhang mit Fettleibigkeit. Bioelektrische Impedanz-Analysatoren verwenden mathematische Formeln, um statistische Assoziationen zu beschreiben, die auf biologischen Beziehungen für eine bestimmte Population basieren, und als solche sind die Gleichungen nur für Probanden nützlich, die der Referenzpopulation in Bezug auf Körpergröße und -form sehr ähnlich sind. Die BIA wurde sowohl bei übergewichtigen oder fettleibigen als auch bei normalgewichtigen Personen angewendet.

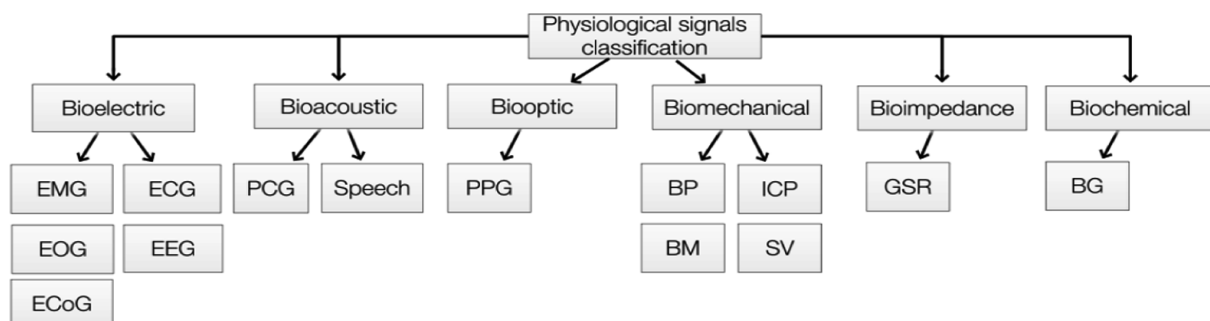
3. Physiologische Zeichen als nicht-invasive, grundlegende Möglichkeit zur Beurteilung und Überwachung des Patientenzustands in modernen, effektiven, multimodalen Biosignalerfassungssystemen.

Physiologische Zeichen sind Messungen verschiedener physiologischer Signale von biologischen Objekten wie z.B. dem Menschen, um die grundlegendsten Körperfunktionen zu beurteilen, was auf nicht-invasive Weise wichtig ist. Vitalparameter sind ein wesentlicher Bestandteil sowohl der klinischen Diagnose als auch der Überwachung täglicher menschlicher Aktivitäten mit Hilfe fortschrittlicher mobiler, tragbarer Biosensorsysteme. Der Akt der Schätzung der Vitalparameter beinhaltet normalerweise die Aufzeichnung solcher Signale wie:

- I. Elektrische Signale:
 - Elektrokardiographie - EKG,
 - Elektromyographie - EMG ,
 - Elektroenzephalographie - EEG,
 - Elektrookulographie - EOG,
 - Galvanische Hautreaktion - GSR,

- II. Nicht-elektrische Signale:
 - Impulswelle - PW,
 - Körpertemperatur - BT,
 - Blutdruck - BP,
 - Atemfrequenz - RR,
 - Körperposition, Körperbewegung mechanische Signale .

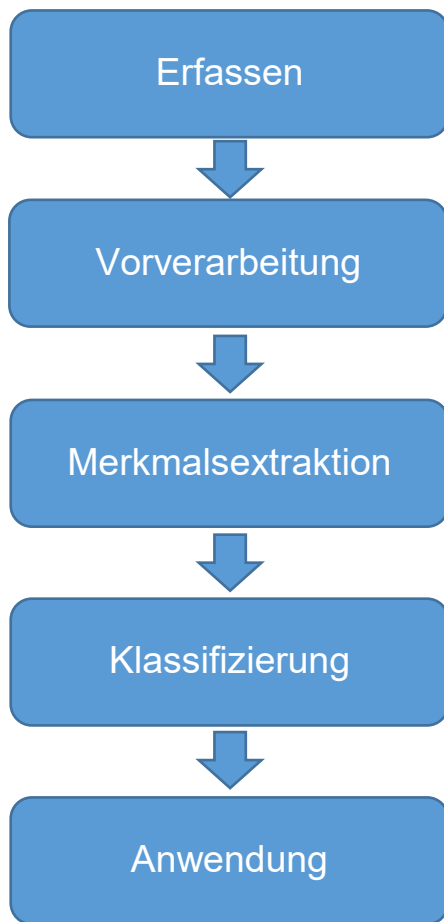
Die Analyse von physiologischen Signalen ist weit verbreitet für die Entwicklung von Diagnoseunterstützungswerkzeugen in der Medizin. Die Verwendung von mehreren Signalen oder physiologischen Messungen als Ganzes wurde mit Datenfusionstechniken durchgeführt, die allgemein als multimodale Fusion bekannt sind und ihre Fähigkeit zur Verbesserung der Genauigkeit von diagnostischen Versorgungssystemen unter Beweis



gestellt haben.

Die Klassifizierung von physiologischen Signalen, die in muti-modale Messsysteme integriert werden können, ist im Baumdiagramm dargestellt

Allgemeiner Ablauf eines Biosignal-Erkennungssystems.

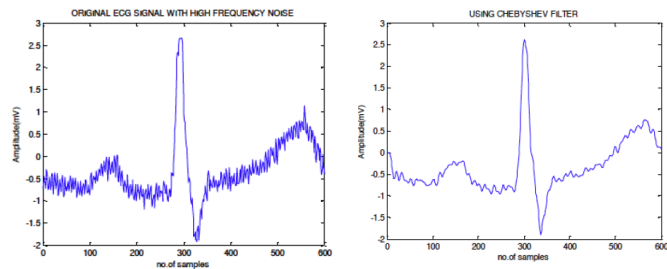


VORBEREITUNG:

Zweck: *Gemeinsame Geräusche, wie z. B. Eigengeräusche von Geräten, zu beseitigen*

- Signale können jedoch durch bewegte Artefakte behindert werden
- Filter sind erforderlich!

Ein Beispiel für die Auswirkung des Filterverfahrens auf das EKG-Signal ist unten dargestellt.



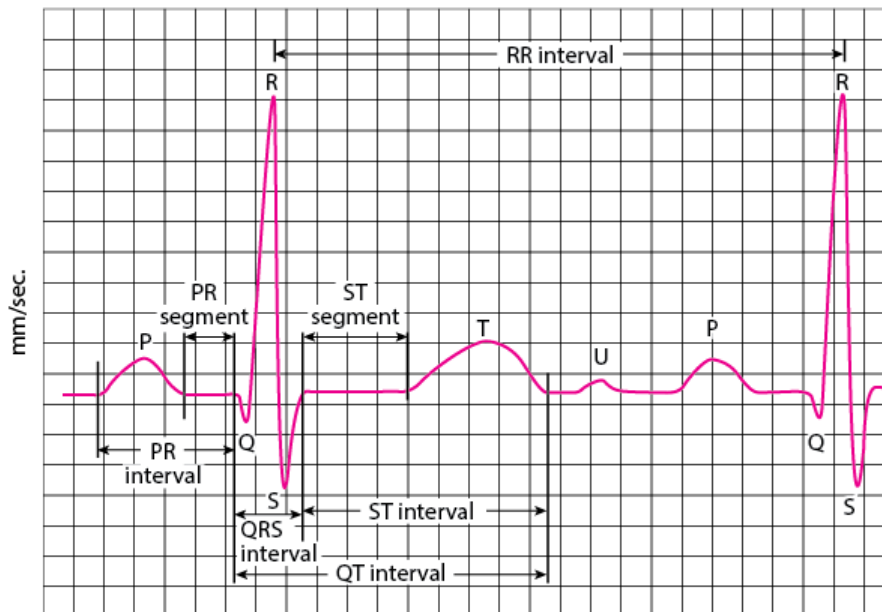
Physiologische Zeichen, die auf nicht-invasive Weise aufgezeichnet werden, spiegeln den Zustand der inneren Organe, Systeme und Prozesse wider und spielen eine wachsende Rolle in folgenden Bereichen:

- I. Gesundheitswesen
 - i. Krankheitserkennung
 - ii. Therapie & Rehabilitation
 - iii. Schnittstelle zwischen Gehirn und Körpercomputer
- II. Kognitiver Zustand
 - i. Erkennung von Emotionen
 - ii. Einfluss der Musik
- III. Digitales Zeitalter
 - i. Spielen
 - ii. Digitale Hand

Überblick über die häufigsten physiologischen Signale und ihre Bedeutung

Elektrokardiogramm - EKG

Ein Elektrokardiogramm - abgekürzt als EKG oder EKG - ist ein Test, der die elektrische Aktivität des Herzschlags widerspiegelt und misst. Bei jedem Schlag wandert ein elektrischer Impuls (oder "Welle") durch das Herz. Diese Welle veranlasst den Muskel, sich zusammenzuziehen und Blut aus dem Herzen zu pumpen. Ein normaler Herzschlag auf dem EKG zeigt das Timing der oberen und unteren Kammern. Es ist ein Diagramm der Spannung über der Zeit der elektrischen Aktivität des Herzens mit Hilfe von Elektroden, die auf der Haut angebracht sind. Diese Elektroden erfassen die kleinen elektrischen Veränderungen, die eine Folge der Depolarisation des Herzmuskels gefolgt von der Repolarisation während jedes Herzzyklus (Herzschlag) sind. Veränderungen im normalen EKG-Muster treten bei zahlreichen Herzanomalien auf, darunter Herzrhythmusstörungen (wie Vorhofflimmern und ventrikuläre Tachykardie), unzureichende Koronararteriendurchblutung (wie



mm/mV 1 square = 0.04 sec/0.1mV

Myokardischämie und Myokardinfarkt) und Elektrolytstörungen (wie Hypokaliämie und Hyperkaliämie).

Die rechten und linken Vorhöfe oder oberen Kammern bilden die erste Welle, die "P-Welle" genannt wird - sie folgt einer flachen Linie, wenn der elektrische Impuls zu den unteren Kammern geht. Die rechten und linken unteren Kammern oder Ventrikel bilden die nächste Welle, die "QRS-Komplex" genannt wird. Die letzte Welle oder "T-Welle" repräsentiert die elektrische Erholung oder die Rückkehr in den Ruhezustand der Ventrikel.

Elektromiogramm - EMG

Die Elektromyographie (EMG) ist ein diagnostisches Verfahren zur Beurteilung der Gesundheit der Muskeln und der Nervenzellen, die sie steuern (Motoneuronen). EMG-

Ergebnisse können Nervenfunktionsstörungen, Muskelfunktionsstörungen oder Probleme mit der Signalübertragung von Nerven zu Muskeln aufzeigen.

Motorische Neuronen übertragen elektrische Signale, die eine Muskelkontraktion verursachen. Ein EMG verwendet winzige Geräte, die Elektroden genannt werden, um diese Signale in Graphen, Töne oder numerische Werte zu übersetzen, die dann von einem Spezialisten interpretiert werden. Bei einem Nadel-EMG wird eine Nadelelektrode direkt in einen Muskel eingeführt, um die elektrische Aktivität in diesem Muskel aufzuzeichnen. Bei einer Nervenleitungsstudie, einem weiteren Teil eines EMG, werden auf der Haut angebrachte Elektrodenaufkleber (Oberflächenelektroden) verwendet, um die Geschwindigkeit und Stärke von Signalen zu messen, die zwischen zwei oder mehr Punkten übertragen werden.

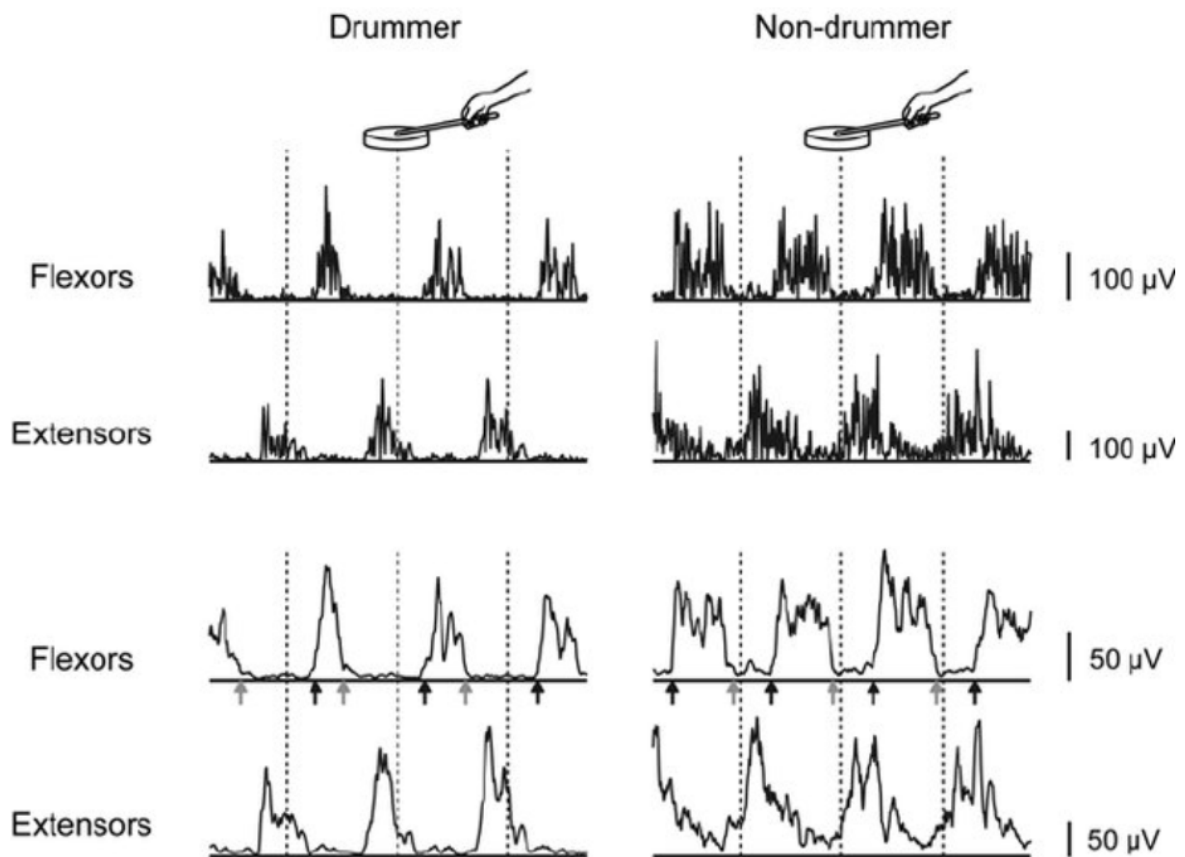
Eine EMG-Untersuchung kann angeordnet werden, wenn Sie Anzeichen oder Symptome haben, die auf eine Nerven- oder Muskelstörung hinweisen könnten. Solche Symptome können z. B. sein:

- Kribbeln
- Taubheit
- Muskelschwäche
- Muskelschmerzen oder Krämpfe
- Bestimmte Arten von Gliederschmerzen

EMG-Ergebnisse sind oft notwendig, um eine Reihe von Erkrankungen zu diagnostizieren oder auszuschließen, wie z. B.:

- Muskelerkrankungen, wie Muskeldystrophie oder Polymyositis
- Krankheiten, die die Verbindung zwischen dem Nerv und dem Muskel betreffen, wie z. B. Myasthenia gravis
- Erkrankungen von Nerven außerhalb des Rückenmarks (periphere Nerven), wie z. B. Karpaltunnelsyndrom oder periphere Neuropathien
- Erkrankungen, die die motorischen Neuronen im Gehirn oder Rückenmark betreffen, wie z. B. amyotrophe Lateralsklerose oder Polio
- Erkrankungen, die die Nervenwurzel betreffen, wie z. B. ein Bandscheibenvorfall in der Wirbelsäule
- Mehr Informationen
- Akute schlaffe Myelitis (AFM)
- Amyotrophe Lateralsklerose (ALS)
- Rückenschmerzen

Im Folgenden wird ein interessanter Fall einer EMG-Aufzeichnung für einen Schlagzeuger und eine Nicht-Schlagzeuger-Person während eines Armbewegungstests vorgestellt.



Galvanische Hautreaktion (GSR)

Die galvanische Hautreaktion (GSR, auch bekannt unter dem Begriff der elektrodermalen Aktivität oder EDA) bezieht sich auf Veränderungen der Schweißdrüsenaktivität, die die Intensität unseres emotionalen Zustands widerspiegeln, auch bekannt als emotionale Erregung. Unser Grad der emotionalen Erregung ändert sich als Reaktion auf die Umgebung, in der wir uns befinden - wenn etwas beängstigend, bedrohlich, freudig oder anderweitig emotional relevant ist, dann erhöht die anschließende Änderung der emotionalen Reaktion, die wir erleben, auch die Aktivität der ekkrinen Schweißdrüse.

Es gibt eine nachgewiesene Verbindung zwischen dem mentalen Zustand und der GSR-Aktivität, wobei ein Zusammenhang mit dem Grad der Sedierung bei Patienten und dem

Hautwiderstand gefunden wurde. Dieser Zusammenhang von emotionaler Reaktion und GSR-Signal wurde in den über 120 Jahren seit dieser bahnbrechenden Erkenntnis in Tausenden von Artikeln untersucht [Übersichtsartikel]. Während die Schweißsekretion eine wichtige Rolle für die Thermoregulation und die sensorische Diskriminierung spielt, werden Änderungen des Hautleitwerts auch robust durch emotionale Stimulation ausgelöst: je höher die Erregung, desto höher der Hautleitwert.

Der Hautleitwert steht nicht unter bewusster Kontrolle. Stattdessen wird sie autonom durch die sympathische Aktivität moduliert, die Aspekte des menschlichen Verhaltens sowie kognitive und emotionale Zustände steuert. Der Hautleitwert bietet daher direkte Einblicke in die autonome emotionale Regulation. Sie kann als zusätzliche Erkenntnisquelle zur Validierung von Selbstberichten, Umfragen oder Interviews von Teilnehmern innerhalb einer Studie genutzt werden.

4. Wichtige Ideen

- Sowohl morphometrische und anthropometrische als auch physiologische Zeichen, die auf nicht-invasive Weise mittels multimodaler Biosignalaufzeichnungssysteme erfasst werden, tragen sehr wichtige Informationen über die Funktion der inneren Systeme und Organe des Menschen.
- Kombinierte Sätze von anthropometrischen und physiologischen Parametern werden zunehmend sowohl in Gesundheitseinrichtungen als auch im alltäglichen Gebrauch verwendet, um die Diagnose, die Behandlung und - was wichtig ist - auch den "gesunden" Lebensstil zu unterstützen, überwacht durch Körpersensornetzwerke.

5. Referenzen

- [1] Frisard MI, Greenway FL, Delany JP. Comparison of methods to assess body composition changes during a period of weight loss. *Obes Res.* 2005;13(5):845-54.
- [2] Lohman T, Martorell R, Roche AF. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988.
- [3] de Onis M., W. O.W.A., Van den Broeck J., Chumlea WC, Martorell R. Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food Nutr Bull.* 2004;25(1 Suppl):S27-36.
- [4] Sebo P, Herrmann FR, Haller DM. Accuracy of anthropometric measurements by general practitioners in overweight and obese patients. *BMC Obes.* 2017;4:23.
- [5] Gabbett T, Georgieff B. Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2007 Aug;21(3):902-8.
- [6] Vasconcelos AP, Cardozo DC, Lucchetti AL, Lucchetti G. Comparison of the effect of different modalities of physical exercise on functionality and anthropometric measurements in community-dwelling older women. *J Bodyw Mov Ther.* 2016 Oct;20(4):851-856.
- [7] Kidy FF, Dhalwani N, Harrington DM, Gray LJ, Bodicoat DH, Webb D, Davies MJ, Khunti K. Associations Between Anthropometric Measurements and Cardiometabolic Risk Factors in White European and South Asian Adults in the United Kingdom. *Mayo Clin Proc.* 2017 Jun;92(6):925-933.
- [8] Pryzbek M, Liu J. Association between upper leg length and metabolic syndrome among US elderly participants-results from the NHANES (2009-2010). *J Geriatr Cardiol.* 2016 Jan;13(1):58-63.
- [9] Smits MM, Boyko EJ, Utzschneider KM, Leonetti DL, McNeely MJ, Suvag S, Wright LA, Fujimoto WY, Kahn SE. Arm length is associated with type 2 diabetes mellitus in Japanese-Americans. *Diabetologia.* 2012 Jun;55(6):1679-84.
- [10] Ververs MT, Antierens A, Sackl A, Staderini N, Captier V. Which anthropometric indicators identify a pregnant woman as acutely malnourished and predict adverse birth outcomes in the humanitarian context? *PLoS Curr.* 2013 Jun 07;5
- [11] Hiremath R, Ibrahim J, Prasanthi K, Reddy HT, Shah RS, Haritha C. Comparative Study of Ultrasonographic and Anthropometric Measurements of Regional Adiposity in Metabolic Syndrome. *J Clin Diagn Res.* 2017 Aug;11(8):TC01-TC05.
- [12] Brouse, Andrew. "A Young Person's Guide to Brainwave Music: Forty years of audio from the human EEG." *eContact! 14.2 — Biotechnological Performance Practice / Pratiques de performance biotechnologique* (July 2012). Montréal: CEC.
- [13] Ortiz, Miguel. "A Brief History of Biosignal-Driven Art: From biofeedback to biophysical performance." *eContact! 14.2 — Biotechnological Performance Practice / Pratiques de performance biotechnologique* (July 2012). Montréal: CEC.
- [14] Tanaka, Atau. "The Use of Electromyogram Signals (EMG) in Musical Performance: A Personal survey of two decades of practice." *eContact! 14.2 — Biotechnological Performance Practice / Pratiques de performance biotechnologique* (July 2012). Montréal: CEC.
- [15] "Definition of EKG by Lexico". *Lexico Dictionaries*. Retrieved 20 January 2020.

- [16] "15.3.1 Electrocardiographic Terms", AMA Manual of Style, American Medical Association
- [17] Kamen, Gary. Electromyographic Kinesiology. In Robertson, DGE et al. Research Methods in Biomechanics. Champaign, IL: Human Kinetics Publ., 2004.
- [18] Electromyography at the US National Library of Medicine Medical Subject Headings (MeSH)
- [19] Kobylarz, Jhonatan; Bird, Jordan J.; Faria, Diego R.; Ribeiro, Eduardo Parente; Ekárt, Anikó (2020-03-07). "Thumbs up, thumbs down: non-verbal human-robot interaction through real-time EMG classification via inductive and supervised transductive transfer learning". Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. Springer Science and Business Media LLC. doi:10.1007/s12652-020-01852-z. ISSN 1868-5137.
- [20] Harvey AM, Masland RL: Actions of durarizing preparations in the human. Journal of Pharmacology And Experimental Therapeutics, Vol. 73, Issue 3, 304-311, 1941
- [21] Botelho, Stella Y. (1955). "Comparison of simultaneously recorded electrical and mechanical activity in myasthenia gravis patients and in partially curarized normal humans". The American Journal of Medicine. 19 (5): 693–6. doi:10.1016/S0002-9343(55)80010-1. PMID 13268466.
- [22] Christie, T.H.; Churchill-Davidson, H.C. (1958). "The St. Thomas's Hospital nerve stimulator in the diagnosis of prolonged apnoea". Lancet. 1 (7024): 776. doi:10.1016/S0140-6736(58)91583-6. PMID 13526270.
- [23] Engbaek, J.; Ostergaard, D.; Viby-Mogensen, J. (1989). "Double burst stimulation (DBS): A new pattern of nerve stimulation to identify residual neuromuscular block". British Journal of Anaesthesia. 62 (3): 274–8. doi:10.1093/bja/62.3.274. PMID 2522790. S2CID 32733775.
- [24] Boucsein, W. (2012). Electrodermal Activity. New York, Berlin: Springer, 2nd edition
- [25] Salimpoor, V.N., Benovoy, M., Longo, G., Cooperstock, J.R. & Zatorre, R.J. (2009). The rewarding aspects of music listening are related to degree of emotional arousal. PLoS ONE 4, e7487
- [26] Critchley, H. D. (2002). Electrodermal responses: What happens in the brain. Neuroscientist, 8, 132-142
- [27] Newman, E., Blanton, R., 1968. The early history of electrodermal research. Psychophysiology 6, 453–475
- [28] Vigouroux, R, De la resistance Electrique comme signe clinique, Progres Medicate, 1879, No. 7, 336
- [29] Naït-Ali, Amine, ed. (2009). Advanced Biosignal Processing. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-89506-0. ISBN 978-3-540-89505-3.
- [30]



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.

