

Originalia

Haben Kinder mit Migräne veränderte kraniozervikale-vestibuläre Qualitäten im Vergleich zu Kindern ohne Kopfschmerzen?

Querschnittstudie

Do Children with Migraine Have Different Craniocervical-Vestibular Qualities Compared to Children without Headache?

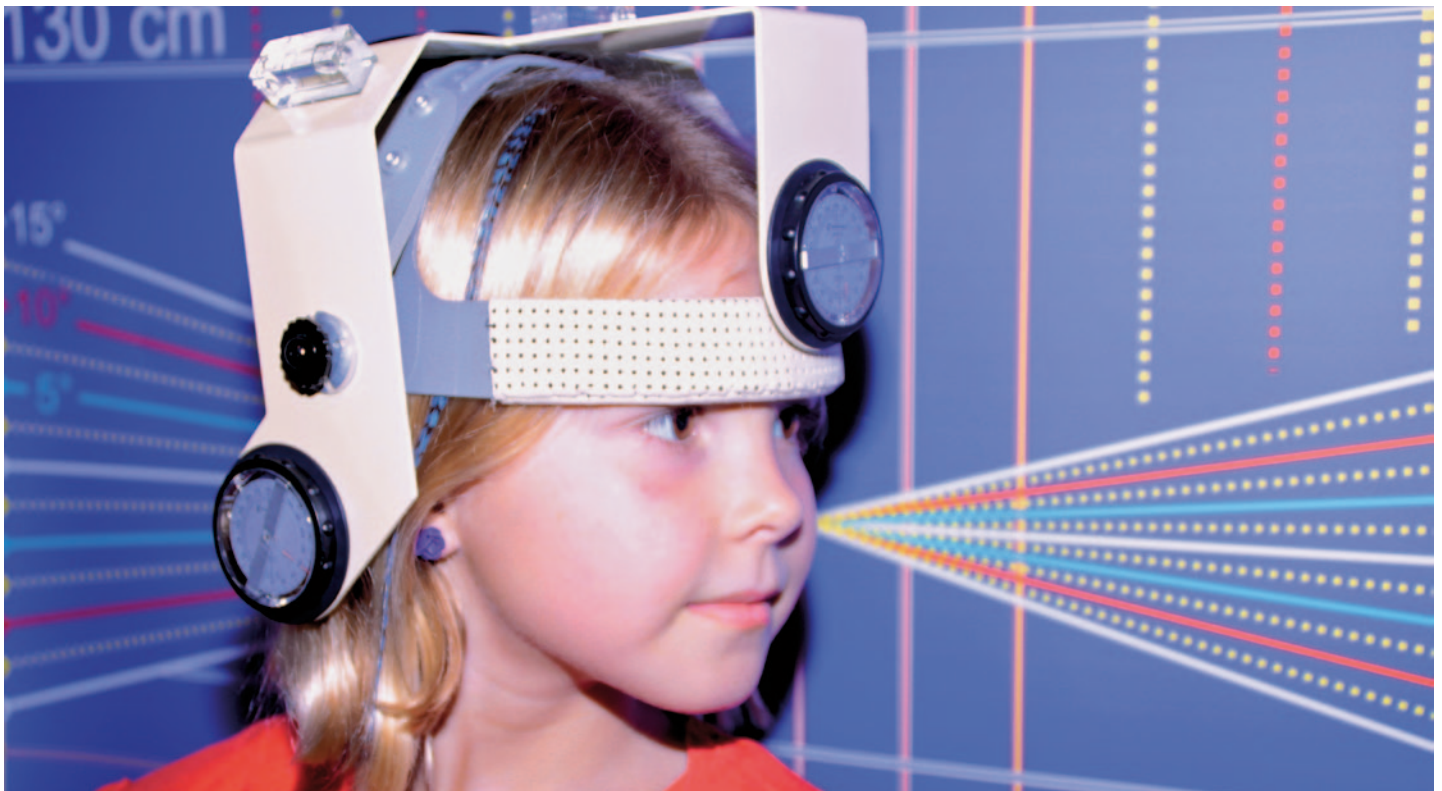
Cross-Sectional Study

I. Mönch-Tegeder

H. von Piekartz

Hochschule Osnabrück, Abteilung Bewegungsstudien und Physiotherapie

eingereicht: 15.3.2013 | akzeptiert: 25.5.2013



Zusammenfassung

Die Zahl der Migräneerkrankungen im Kindesalter nimmt stetig zu. Die betroffenen Kinder und ihre Angehörigen sind einem großen Leidensdruck ausgesetzt. Das klinische Bild der kindlichen Migräne ist bisher jedoch nicht umfassend erforscht, was zu Einschränkungen hinsichtlich der Diagnose- und Therapiemöglichkeiten führt.

Die vorliegende Querschnittstudie untersuchte den Einfluss neuromuskuloskeletaler Faktoren auf die kindliche Migräne aus dem Blickwinkel der manualtherapeutischen Untersuchung und Behandlung.

Beim Vergleich von Kindern mit Migräne und einer symptomfreien Kontrollgruppe (Schmerzintensität, kraniozervikaler Winkel, aktives physiologisches Bewegungsausmaß der HWS, Druckschmerzschwelle, Lageschwindel) fanden sich signifikante Unterschiede bezüglich der Schmerzintensität und dem kraniozervikalen Winkel.

Schlüsselwörter

Migräne | Kinder | neuromuskuloskeletal

Abstract

The number of infantile migraine is continually growing. The affected children and their family members are exposed to high psychological strain. However, to date the clinical manifestation of migraine is not comprehensively explored. This leads to limited diagnostic and therapy options.

This cross-sectional study investigated the influence of neuromuscular factors on infantile migraine from a manual-therapeutic examination and treatment angle.

The comparison of children with migraine and a control group without symptoms (pain intensity, craniocervical angle, active physiological range of motion of the cervical spine, pressure pain threshold, postural vertigo) revealed significant differences concerning pain intensity and craniocervical angle.

Keywords

migraine | children | muskuloskeletal

Einleitung

Laut Definition der International Headache Society (IHS) handelt es sich bei pädiatrischer Migräne um wiederkehrenden Kopfschmerz mit einer Attackendauer von 1–72 Stunden ([23]; ► Tab. 1). Immer mehr Kinder leiden darunter [21]. Die Prävalenzrate der Migräne liegt bei 1,2–3,2% in der Altersstufe der 3–7-Jährigen. Sie steigt auf 4–11% im Alter von 7–11 Jahren und erreicht schließlich 8–23% im Pubertätsalter [32]. Die Betroffenen haben durch ihre Erkrankung erhebliche Einschränkungen im Alltag, da sie häufiger in der Schule fehlen, weniger an Freizeitaktivitäten teilnehmen können [37] und sich mit ihrer gesamten Lebenssituation unzufriedener zeigen als nicht betroffene Gleichaltrige [28, 29, 30].

Migräne gehört zur Gruppe der primären Kopfschmerzen, denen keine offenkundigen, strukturellen Veränderungen zugrunde liegen [23]. Bisher liegen nur unzureichende klinische Tests vor [31]. Die Diagnose orientiert sich an der Semiologie des Kopfschmerzes, d.h. sie stützt sich auf die von den Patienten oder ihren Angehörigen beschriebenen Symptome [55].

Zur besseren Einordnung der verschiedenen Krankheitszeichen hat die IHS eine Klassifikation erstellt. Sie dient als Diagnoseinstrument und gilt derzeit als Goldstandard, obwohl ihre Sensitivität nur als gering eingeschätzt wird [32]. Besonders kritisch wird überdies die Übertragbarkeit auf die pädiatrische Migräne bewertet, da sich die Symptome der Kinder von denen der Erwachsenen unterscheiden können [1]. Zudem nehmen Kinder Schmerzen anders wahr als Erwachsene und verleihen ihnen anders Ausdruck [43].

Daher ergibt sich die Frage, ob es sich bei ärztlich diagnostizierter pädiatrischer Migräne wirklich immer um Migräne handelt. Diese provokante Frage stellen auch Trouw und von Piekartz

[53] im Titel ihrer 2009 veröffentlichten Einzelfallstudie. Sie konnten zeigen, dass den Kopfschmerzen eines 11-jährigen Jungen, bei dem ärztlich Migräne diagnostiziert worden war, eigentlich eine neuromuskuloskeletale Dysfunktion zugrunde lag.

Zwar stellten mehrere Studien Koinzidenzen zwischen muskuloskeletalen Veränderungen und Migräne fest [2, 15, 17, 34, 56], jedoch untersuchten nur Antilla et al. [2] die Zielgruppe Kinder. Auch vestibuläre Störungen werden mit Migräne assoziiert [57]. Überdurchschnittlich häufig leiden Kinder mit Migräne unter Gleichgewichtsproblemen [46]. Da das Beschwerdebild sehr heterogen ist, bedarf es weiterer Untersuchungen [39].

An diesem Punkt setzte die vorliegende Arbeit an. Sie beschäftigte sich mit der Frage, ob Kinder mit Migräne klinisch signifikante neuromuskuloskeletale Auffälligkeiten aufweisen? Zur Beantwortung dieser Frage wurden folgende Nullhypothesen aufgestellt:

1. Kinder mit Migräne geben keine höhere Schmerzintensität als Kinder ohne Migräne an.
2. Kinder mit Migräne haben keinen kleineren kraniozervikalen Winkel als Kinder ohne Migräne.
3. Kinder mit Migräne haben keine eingeschränkte HWS-Beweglichkeit gegenüber Kindern ohne Migräne.
4. Die Schmerzschwellengrenze spezifischer Muskeln am Kopf und im Nacken liegt bei Kindern mit Migräne nicht niedriger als bei Kindern ohne Migräne.
5. Der Dix-Hallpike-Test zeigt bei Kindern mit Migräne kein verändertes Ergebnis im Vergleich zu einer beschwerdefreien Kontrollgruppe.

Diese Hypothesen wurden durch einzelne Parameter überprüft und erstmals auf eine Gruppe Kinder übertragen.

Tab. 1 Kriterien für die pädiatrische Migräne ohne Aura [23].

Beschreibung	Diagnosekriterien
wiederkehrende Kopfschmerzkrankung, die sich in Attacken von 4–72 Stunden Dauer manifestiert	A. Mindestens 5 Attacken, die die folgenden Kriterien erfüllen:
typische Kopfschmerzcharakteristika sind einseitige Lokalisation, pulsierender Charakter, mäßige bis starke Intensität, Verstärkung durch körperliche Routineaktivitäten und begleitendes Auftreten von Übelkeit und/oder Licht- und Lärmüberempfindlichkeit	B. Kopfschmerzattacken, die 4–72 Stunden anhalten Schlafphasen werden in die Berechnung Migränedauer miteinbezogen für Kinder gelten 1–72 Stunden
	C. Der Kopfschmerz weist mindestens 2 der folgenden Charakteristika auf: einseitige Lokalisation bei Kindern sind beiderseitige Schmerzen üblich, meist frontal auftretend okzipitale Schmerzen bedürfen besonderer diagnostischer Vorsicht pulsierender Charakter mittlere oder starke Schmerzintensität Verstärkung durch körperliche Routineaktivitäten (z.B. Gehen oder Treppensteigen) oder führt zu deren Vermeidung
	D. Während des Kopfschmerzes besteht mindestens 1 der folgenden Kriterien: Übelkeit und/oder Erbrechen Photo- und Phonophobie bei jüngeren Kindern kann das Vorliegen von Photo- und Phonophobie vom Verhalten her erschlossen werden
	E. Nicht auf eine andere Erkrankung zurückzuführen

Methode

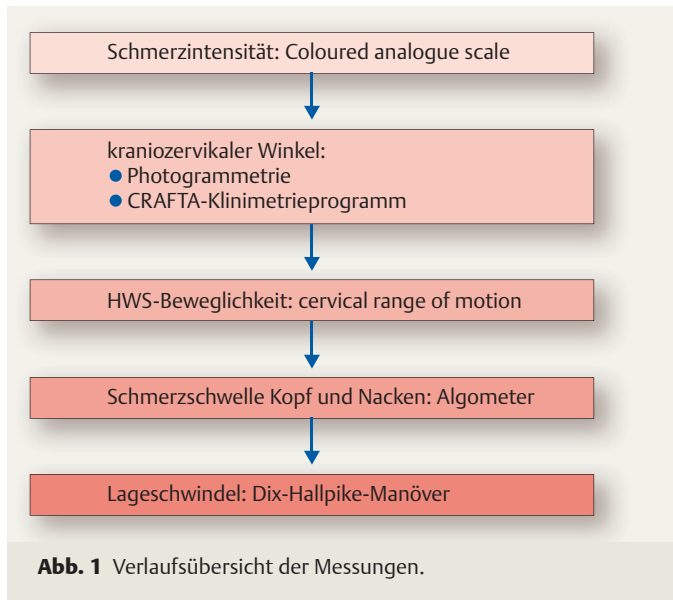
Statistik

Die Auswertung der gesamten Daten erfolgte mittels der SPSS Software „PASW Statistics 18“ und der Office-Software „Microsoft Excel“ für Windows Vista. Zunächst wurden die Messwerte der beiden Patientengruppen hinsichtlich der Stichprobenkonsistenz überprüft. Dabei kamen der Chi-Quadrat-Test bei nominalem Datenniveau und eine multivariate Varianzanalyse (MANOVA) für die metrischen Daten zur Anwendung. Auch für den Gruppenvergleich der Ergebnisse der muskuloskeletalen Tests wurde für die metrisch skalierten Daten eine MANOVA als Test gewählt, da die Berechnung mittels einzelner t-Tests zum Auftreten eines Alpha-Fehlers hätte führen können. Ordinalskalierte Daten wurden mittels des Man-Whitney-U-Tests berechnet.

Das Datenniveau des vestibulären Tests ist nominal mit 3 Ausprägungsmerkmalen.

Teilnehmer

Die Studie verglich die Daten einer Gruppe von Kindern mit Migräne und einer symptomfreien Kontrollgruppe. Alle Teilnehmer waren zwischen 5 und 15 Jahre alt. In der Kontrollgruppe durften die Teilnehmer keine Kopfschmerzerfahrungen haben. Die Migräne der Migränegruppe musste von einem Arzt diagnostiziert worden sein und die Symptome den Kriterien der ICHD-II für eine kindliche Migräne ohne Aura entsprechen [23]. Über die Studie wurden mittels Flugblätter und Mund-zu-Mund-Propaganda informiert und Kinder aus dem gesamten Bundesgebiet rekrutiert. Die Kontrollgruppe setzte sich als Gelegenheitsstichprobe aus Kindern aus dem Raum Osnabrück zusammen.



Von allen Teilnehmern lag das schriftliche Einverständnis eines gesetzlichen Vertreters vor. Sobald der Kontakt zu einem Kind mit Migräne hergestellt werden konnte, wurde ein Termin für ein persönliches Treffen und die Untersuchung abgesprochen. Die von der Autorin selbst durchgeführten Messungen fanden in unterschiedlichen Räumlichkeiten statt. Der Ablauf der Testungen folgte einem fixen Ablauf (► **Abb. 1**).

32 Kinder erfüllten die Kriterien zur Studienteilnahme. Der Migränegruppe wurden 12 Kinder und der Kontrollgruppe 20 Kinder

Tab. 2 Auswertung der demografischen Daten.

	Migräne- gruppe/SD	Kontroll- gruppe/SD	Signifikanz (p)
Alter (Jahre)	11,25 ± 2,6	11,3 ± 2,49	0,957
Größe (cm)	153,67 ± 21,04	152,3 ± 18,71	0,847
Gewicht (kg)	48,17 ± 16,52	46,0 ± 14,87	0,704

zugeteilt. Die Geschlechterverteilung in der Migränegruppe entsprach genau 50%. Die Kontrollgruppe umfasst 11 Mädchen und 9 Jungen. Die Berechnung der weiteren demografischen Daten ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen bezüglich Alter, Größe und Gewicht (► Tab. 2). Der Wilks-Lambda-Wert für diesen Test lag bei 0,96. Die Stärke des Signifikanzniveaus für die Rechnung betrug $F(3,28) = 0,394$ und $p = 0,759$. Die Kinder der Migränegruppe litten zum Zeitpunkt der Datenerhebung im Durchschnitt seit 28,8 Monaten ($\pm 20,5$) an periodischen Kopfschmerzen.

Messinstrumente

Coloured Analogue Scale

Die subjektiv empfundene Schmerzintensität wurde mittels Coloured Analogue Scale (CAS) abgefragt. Die CAS ist ein praktikables und leicht verständliches Instrument zur Messung der Schmerzstärke [36]. McGrath [35] und von Beyer [5] bewerteten sie als reliables und valides Messinstrument für Kinder ab 5 Jahren.

Die gewonnenen Daten zur Schmerzintensität wurden ordinalskaliert. Eine höhere Zahl bedeutet zwar stärkeren Schmerz, es lässt sich aber keine Aussage darüber treffen, wie viel stärker dieser Schmerz ist [36].

Die Visual Analogue Scale (VAS) kam in dieser Studie gleich zu Beginn der Messung nach dem Abfragen der demografischen Daten zur Anwendung. Dabei wurden die Probanden nach ihrem allgemeinen Schmerzempfinden und nicht speziell nach Kopfschmerzen befragt, da Kinder ihre Kopfschmerzen häufig in andere Körperregionen projizieren [43].

Photoklinimetrieprogramm

Die Photogrammetrie dient in der Medizin schon lange zur Vermessung von menschlichen Körpern [51] mithilfe von Röntgen- oder Ultraschallgeräten. Auch mit einer Digitalkamera aufgenommene Bilder zählen zur Photogrammetrie [38]. Unter Berücksichtigung bestimmter Kriterien eignet sie sich sehr gut für Reihenuntersuchungen des Körperhaltungsprofils [38, 51].

Watson und Trott S. [56] ermittelten in ihrer Studie zur Haltungsbewertung von Kopf und Schulter eine gute Intrarater-Reliabilität ($r = 0,973$). Ohne ein Computerprogramm zur Auswertung vermaßen sie die Größe des Winkels anhand eines entwickelten Fotos. Dumas et al. [15] verglichen diese einfachere Technik mit der Variante der Winkelberechnung mittels Computer. Der dafür errechnete Pearson-Korrelationskoeffizient ergab einen exzel-



Abb. 2 Vermessung des kraniozervikalen Winkels im CRAFTA Klinimetrieprogramm.

lenten Wert ($r = 0,98$). Knust et al. [27] verglichen die Messung des kraniozervikalen Winkels mittels des CRAFTA-Klinimetrieprogramms mit der eines herkömmlichen Goniometers. Da die Ergebnisse beider Messungen keinen signifikanten Unterschied aufwiesen ($p=0,56$), stellt die Auswertung des zervikalen Winkels mit dem CRAFTA-Klinimetrieprogramm ein valides Messverfahren dar.

Diese Methode wurde in der vorliegenden Studie aufgegriffen. Nach einem von Reich [45] und Quitmann [42] beschriebenen standardisierten Verfahren erfolgte die Aufnahme von Bildern mit einer Digitalkamera. Dazu wurde die Kamera auf einem in 2 m Entfernung zu einer unifarbenen Wand aufgestellten Stativ befestigt. Der Proband stellte sich seitlich zur Kamera auf eine Bodenmarkierung. Die Bildmitte wurde auf Höhe des Ohres des Probanden justiert und der 7. Halswirbel mittels eines Knetmarkers gekennzeichnet. Für die anschließende Auswertung mit einem Computer-Softwareprogramm muss auch der Tragus des Ohres gut sichtbar sein. Am Computer werden 2 Geraden angelegt, von denen eine horizontal durch den markierten Dornfortsatz des 7. Halswirbels verläuft. Die andere Gerade kreuzt ebenfalls diesen Punkt sowie den Tragus des Ohres. Am Schnittpunkt der beiden wird der Winkel gemessen (► Abb. 2).

Bei ihrer Studie an High Schools in Südafrika fanden Brink et al. [8] heraus, dass ein extremer kraniozervikaler Winkel zu muskuloskeletalen Schmerzen des oberen Körperquadranten führen kann. Die Werte für diesen extremen Winkel bestimmten sie mit $< 34,5^\circ$ oder $> 43,95^\circ$. Die teilnehmenden Schüler waren mit 15–17 Jahren etwas älter als die Probandengruppe der vorliegenden Studie.

Cervical Range of Motion

Zur Messung der aktiven, physiologischen Kopfbeweglichkeit wurde die Cervical Range of Motion (CROM) eingesetzt (► Abb. 3). Dazu saßen die Probanden. Die Bewegungsausführung wurde angeleitet und taktil korrigiert, für die Testung jedoch aktiv und selbstständig ausgeführt.

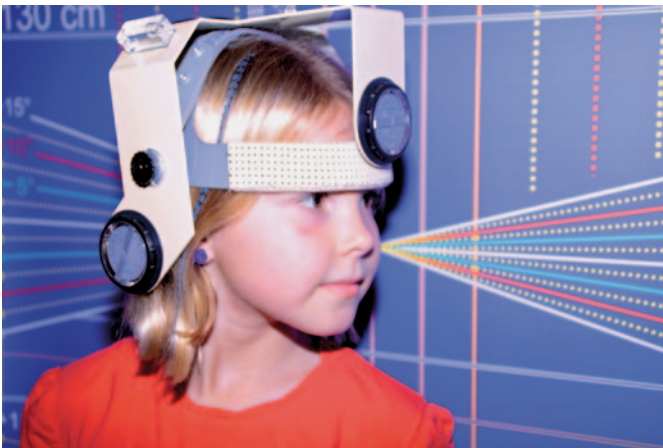


Abb. 3 Untersuchung der physiologischen zervikalen Bewegungen mithilfe der Cervical Range of Motion (CROM).

Im systematischen Review von de Koning et al. [13], der verschiedene Instrumente zur Messung der Nackenbeweglichkeit miteinander verglich, erzielte die CROM das beste Ergebnis für Reliabilität und Validität. Verschiedene Studien [10, 52, 58] bestätigten ihr zudem eine gute Intrarater- und Interrater-Reliabilität (Intraclass-Korrelationskoeffizient, ICC = 0,7–0,9; $r = 0,97$).

Fletcher und Bandy [19], die in ihrer Studie die Intrarater-Reliabilität der CROM an einer Probandengruppe mit und einer Kontrollgruppe ohne Kopfschmerzen verglichen, kamen zu dem Ergebnis, dass eine Winkelveränderung von 5–10° auf eine klinisch signifikante Veränderung der physiologischen HWS-Beweglichkeit schließen lässt.

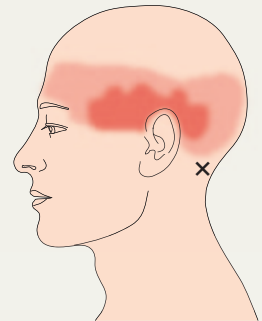
Druckalgometer

Nach Giamberardino et al. [20] sind zervikale Muskeln, deren Schmerzübertragungsgebiete mit den Schmerzgebieten der Migräne kongruieren, entscheidend an der Entstehung der Migränesymptome beteiligt. Kindlicher Kopfschmerz ist zumeist frontal oder temporal lokalisiert [43]. Dies entspricht den Schmerzübertragungsgebieten von M. trapezius pars descendens, M. rectus capitis posterior major, M. temporalis und M. masseter. Laut einer Studie von Fernández-de-las-Peñas et al. [17] an erwachsenen Probanden fand sich bei Migränapatienten in diesen Muskeln eine überdurchschnittlich hohe Anzahl an aktiven Triggerpunkten. Bei myofaszialen Triggerpunkten handelt es sich um „überempfindliche Stellen in einem verspannten Bündel von Muskelfasern eines Skelettmuskels“ [49]. Die von Simons und Mense [49] lokalisierten myofaszialen Triggerpunkte wurden mittels der manuellen Druckalgometrie untersucht (► **Abb. 4**). Dieses Messverfahren fand bereits mehrfach Verwendung in Untersuchungen von Kopfschmerzpatienten [17, 24, 47] – auch bei Kindern [11] – und weist eine gute Inter- ($r = 0,871$) und Intrarater-Reliabilität ($r = 0,919$) auf [44].

Kinser et al. [26] betonen, dass die manuelle Anwendung des Algometers einiger Übung bedarf, um eine gute Reliabilität zu erzielen. Des Weiteren sind die gemessenen Schwellenwertgrenzen alleine nicht aussagekräftig, sondern müssen immer im Ver-

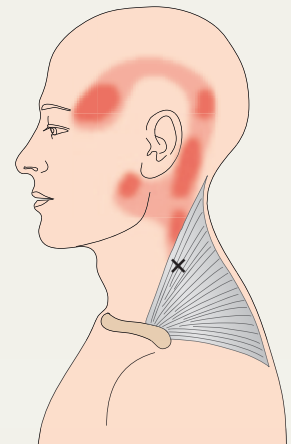
M. rectus capitis posterior major

Ursprung: Dornfortsatz des Axis
Ansatz: mittleres Drittel der Linea nuchalis inferior
Druckpunkt: kaudal des Okziputs, 1 Fingerbreite lateral der Wirbelsäule, am Ansatz des Muskels



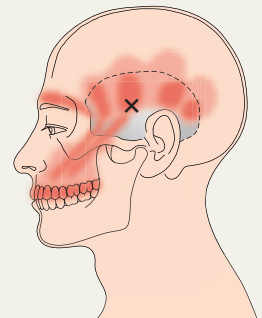
M. trapezius (pars descendens)

Ursprung: Os occipitale über das Lig. nuchae an die Procc. spinosi aller Halswirbelkörper
Druckpunkt: auf der Schulterhöhe, medial des Akromions, kranial des Angulus superior scapulae



M. temporalis

Ursprung: Linea temporalis inferior des Planum temporale Spitze und mediale Fläche des Proc. coronoideus mandibulae
Druckpunkt: ca. 2 Fingerbreiten kranial des Arcus zygomaticus (hinteres Drittel)



M. masseter (pars superficialis)

Ursprung: Arcus zygomaticus (vordere zwei Drittel)
Ansatz: Tuberositas masseterica am Angulus mandibulae
Druckpunkt: ca. 1 Fingerbreite ventral des Kiefergelenks

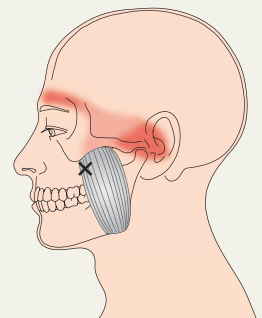


Abb. 4 Myofasziale Triggerpunkte (nach [48] u. [49]).

hältnis zur Lokalisation des Triggerpunkts und zur allgemeinen Schmerzempfindlichkeit einer Person unterschiedlich bewertet werden. Dies bedeutet auch, dass sich aus dem Schwellenwert keine Korrelation zur Schmerzursache ableiten lässt [33].

Die Druckalgometrie-Messung in der vorliegenden Studie erfolgte mit dem analogen Algometer Force Dial FDK 10. Während der Messung sollte der Druckanstieg ca. $0,5 \text{ kg/cm}^2$ pro Sekunde betragen. Der Proband signalisierte das Erreichen der Schmerzschwellengrenze. Der maximale Druckwert wurde auf 5 kg festgelegt. Für die Ordinalskalierung des Tests wurde eine Kodierung der Werte von 1 (Druck: $1\text{--}1,99 \text{ kg/cm}^2$) bis 5 (Druck: $\geq 5 \text{ kg/cm}^2$) vorgenommen.

Dix-Hallpike-Manöver

Kopfbewegungen können oftmals migräneabhängigen Schwindel verstärken [39]. Dieser wird per Definition durch die Änderung der Kopfposition im Verhältnis zum Schwerkraftvektor ausgelöst [40] und als Lage- oder Lagerungsschwindel bezeichnet. Ihm können zentrale oder periphere Ursachen zugrunde liegen [3]. Charakteristisches Symptom ist der okuläre Nystagmus, ein unkontrolliertes rhythmisches Augenzucken [40].

Die häufigste Erkrankung, bei der diese Symptome auftreten, ist der benigne paroxysmale Lagerungsschwindel (BPLS). Patienten mit BPLS leiden unter Drehschwindelattacken, die meist nur für wenige Sekunden anhalten [16]. Die Attacken werden oftmals von Standunsicherheit und weiteren vegetativen Symptomen wie vermehrtem Schwitzen und Übelkeit begleitet und typischerweise durch Umdrehen, Hinlegen oder Aufrichten im Bett sowie die Neigung des Kopfes nach hinten oder vorne ausgelöst [7]. In der Folge vermeiden die Betroffenen diese Kopfbewegungen, was zu einer Immobilisation führen kann [7]. Neuheuser und Lempert [39] belegten eine Koinzidenz von BPLS. Der Schwindel scheint auch bei Kindern mit Migräne vermehrt aufzutreten [54].

Ein klassischer Test zur Untersuchung vestibulärer Störungen ist der Dix-Hallpike-Test [7]. Dieser wurde erstmals 1952 von seinen Namensgebern Dix und Hallpike [14] beschrieben (► Abb. 5). Dabei befindet sich die Probandin im Langsitz mit leichter Rotation der Wirbelsäule (► Abb. 5a). Die Untersucherin bewegt die Probandin schnell nach horizontal (► Abb. 5b), bis in die Überstreckung (► Abb. 5c) und beobachtet deren Augen. Der Test ist positiv, wenn nach einer Latenzzeit von wenigen Sekunden ein Nystagmus auftritt [14]. Das Tragen einer Frenzel-Brille erleichtert die Beobachtung des Nystagmus ([7]; ► Abb. 5d). Die verdickten Brillengläser ermöglichen der Probandin nur eine verschwommene Sicht, da sie keinen räumlichen Fixationspunkt für die Augen hat. Die Untersucherin sieht die Augen der Probandin jedoch wie durch eine Lupe vergrößert.

Die vorliegende Studie differenzierte nicht zwischen den in der Literatur beschriebenen Nystagmusvarianten [40], sondern nur zwischen folgenden 3 Ergebnisvariablen: keine pathologische Reaktion, Auftreten eines Nystagmus und Schwindelempfinden.

In der Literatur finden sich keine genauen Angaben zu den Gütekriterien des Dix-Hallpike-Tests. Dennoch scheint er als Goldstandard für die Diagnose des Lagerungsschwindels zu gelten, da die Wirksamkeit neuer Testvarianten mit ihm verglichen werden [12] und ihn mehrere Autoren als klassischen bzw. gebräuchlichen Test beschrieben [7, 12]. Baloh [3] verwendete ihn bei Migränepatienten und Uneri und Turkdogan [54] diente er zur Diagnose des Lagerungsschwindels bei Kindern mit Migräne. Ein Problem des Testverfahrens ist seine mangelnde Standardisierung [18].

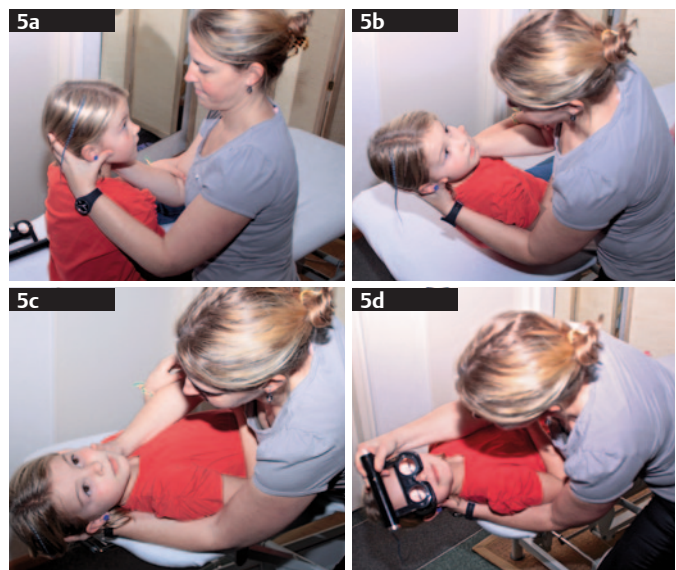


Abb. 5 Ausführung des Dix-Hallpike-Manövers bei Kindern.

- a** Ausgangsstellung ist der Langsitz mit ca. $20\text{--}30^\circ$ zervikaler Rotation der Wirbelsäule.
- b** Die Therapeutin bewegt die Probandin schnell nach horizontal.
- c** Die Probandin befindet sich in der Überstreckung.
- d** Die Beurteilung der subjektiven Empfindungen sowie des Nystagmus erfolgt mithilfe einer Frenzel-Brille.

Ergebnisse

Schmerzintensität

Der Median für die Schmerzintensität ergab für die Migränegruppe $3,25 (\pm 1,27)$ und für die Kontrollgruppe $1,75 (\pm 1,27)$. Mittels Mann-Whitney-U-Test konnte eine signifikante Differenz zwischen beiden Gruppen für die Schmerzintensität ($p = 0,026$) errechnet werden (► Tab. 3).

Kraniozervikaler Winkel

Der errechnete Mittelwert des kraniozervikalen Winkels der Migränegruppe lag bei $51,17^\circ (\pm 6,94)$ und für die Kontrollgruppe bei $55,5^\circ (\pm 4,22)$; ► Tab. 3). Der Vergleich beider Gruppen mittels eines zweiseitiger t-Tests erzielte nur einen tendenziell signifikanten Unterschied ($p = 0,068$). Zur Überprüfung der Hypothese, nach der der Winkel der Migränegruppe kleiner sein soll als der der Kontrollgruppe, ist jedoch nur ein einseitiger t-Test notwendig. Daher kann der angegebene Wahrscheinlichkeitswert halbiert werden. Dies ergibt eine Signifikanzstärke von $T(15,98) = 1,96$; $p = 0,034$. Das Ergebnis ist damit signifikant.

Aktives physiologisches Bewegungsausmaß der HWS

Es wurden beiderseits die aktive Flexion und Extension sowie Rotation und Lateralflexion getestet (► Tab. 3). Zum Vergleich der Beweglichkeit beider Gruppen wurde mit allen Bewegungsrichtungen eine MANOVA berechnet, da einzelne t-Tests zum Auftreten eines Alpha-Fehlers hätten führen können. Der Wilks-Lambda-Wert für diesen Test betrug $0,798$. Die Signifikanzstärke lag bei $F(6,25) = 1,055$; $p = 0,415$. Ein signifikanter Unterschied war nicht

Tab. 3 Übersicht der statistischen Auswertung von Schmerzintensität, kraniozervikalem Winkel und aktivem physiologischen Bewegungsausmaß der HWS.

	Migränegruppe/SD	Kontrollgruppe/SD	Signifikanz (p)
Schmerzintensität (CAS-Wert)	3,25 ± 1,27	1,75 ± 1,27	0,026
kraniozervikaler Winkel	51,17° ± 6,94	55,5° ± 4,22	0,034
HWS-Flexion	59,58° ± 7,82	62,25° ± 5,5	0,266
HWS-Extension	80,83° ± 6,69	82,75° ± 6,17	0,416
HWS-Lateralflexion links	46,25° ± 5,28	45,0° ± 6,07	0,559
HWS-Lateralflexion rechts	43,33° ± 3,89	44,75° ± 4,72	0,389
HWS-Rotation links	78,33° ± 4,92	79,25° ± 5,2	0,626
HWS-Rotation rechts	79,17° ± 5,14	81,25° ± 4,55	0,242

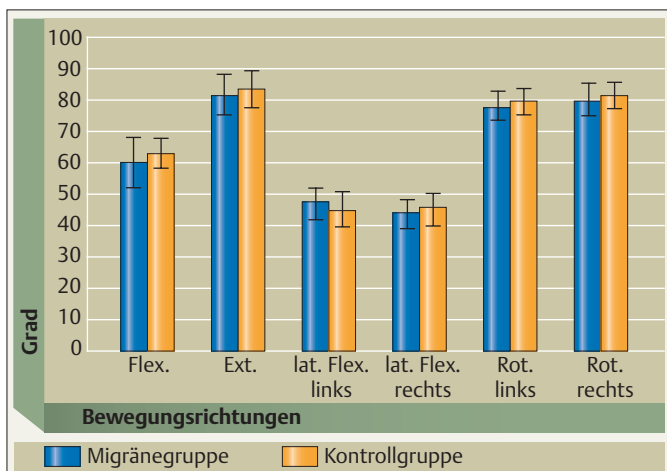


Abb. 6 HWS-Beweglichkeit der Migräne- und Kontrollgruppe.

auszumachen. Die Migränegruppe zeigte jedoch in 5 von 6 Bewegungsrichtungen ein geringeres Bewegungsausmaß (► **Abb. 6**).

Druckschmerzschwelle

Die Gruppen wurden mittels des Mann-Whitney-U-Tests für unabhängige Stichproben verglichen. Das Ergebnis ergab nur für die Messung des linksseitigen M. trapezius einen signifikanten Unterschied ($p = 0,032$). Der Unterschied aller anderen Muskeln im Vergleich zwischen Migräne- und Kontrollgruppe war nicht signifikant (► **Tab. 4**).

Dix-Hallpike-Manöver

Der Dix-Hallpike-Test fiel bei 30 der 32 Probanden negativ aus (93,75%). Ein Nystagmus trat bei keinem Probanden auf. Während der Testdurchführung gaben 2 Kinder der Migränegruppe

an, Schwindel zu empfinden. Bei beiden trat der Schwindel bei der Drehung des Kopfes nach rechts auf. Bis zur Remission vergingen bei einem Probanden 45 Sekunden, bei einem anderen hielt das Gefühl 203 Sekunden lang an.

Da statistische Berechnungen bei dieser geringen Stichprobengröße zu wenig aussagekräftigen Ergebnissen führen, wurde hier darauf verzichtet.

Diskussion

Methode

Die Aussagekraft der Studienergebnisse ist durch die geringe Stichprobengröße limitiert. Zudem wäre eine gleichmäßigere Gruppenstärke wünschenswert gewesen. Die Rekrutierung der Kinder für die Migränegruppe gestaltete sich jedoch schwierig. Um dennoch eine ausreichend große Anzahl an Kindern zu gewinnen, wurde die Altersspanne sehr weit gefasst (5–15 Jahre).

Darüber hinaus erfolgte keine Differenzierung zwischen den Migräneklassifikationen sowie der Lokalisation oder Schwere der Beschwerden. Alle von einem Arzt als Migräne klassifizierten Beschwerden wurden ohne Subklassifikationen eingeschlossen. Da sich die Kontrollgruppe aus einer Gelegenheitsstichprobe zusammensetzte, muss dies nicht unbedingt die Allgemeinheit repräsentieren.

Die Untersuchung der Probanden fand in unterschiedlichen Räumlichkeiten statt, was einen Einfluss auf die Ergebnisse haben kann. Die vorbestimmten Rahmenbedingungen und standardisierten Abläufe für die einzelnen Messungen wurden jedoch immer eingehalten und dieser Störfaktor somit so gering wie möglich gehalten. Dieselbe Untersucherin (Physiotherapeutin mit 3 Jahren Berufserfahrung) führte alle Testungen durch. Aus gegebenen Gründen war es auch keine Verblindung der Probanden möglich. Die Kenntnis der Gruppenzugehörigkeit könnte einen weiteren möglichen Störfaktor darstellen.

Schmerzintensität

Kinder mit Migräne empfinden mehr Schmerzen. Selbst in der symptomfreien Zeit, in der auch die Messungen zu dieser Studie stattfanden, achten sie vermehrt auf körperliche Symptome und geben häufiger somatische Beschwerden an [35]. Möglicherweise spielt eine verstärkte allgemeine Sensibilisierung des Nervensystems bei dieser pädiatrischen Kopfschmerzgruppe eine Rolle [4].

Kraniozervikaler Winkel

Kinder mit Migräne haben einen signifikant kleineren kraniozervikalen Winkel ($p = 0,068$). Dies beschrieben bereits Watson und Trott ([56]; $p < 0,00005$) sowie Fernández-de-las-Peñas et al. [2006] ($p < 0,001$) in ihrer Studien zu zervikalen und Spannungskopfschmerzen, die beide auf größeren Stichproben basierten. Untersuchungen mit weniger Probanden, wie die von Dumas et al. [15] oder Zito et al. [59] konnten zwar keinen signifikanten Unterschied nachweisen, jedoch lag bei beiden der angegebene Mittelwert für die Migränegruppe unter dem der Kontrollgruppe. Eine größere Stichprobe hätte auch hier eventuell zu signifikanten Ergebnissen geführt.

Tab. 4 Statistische Auswertung der Schmerzschwellenwerte.

Druckpunkt	Schmerzschwelle	Häufigkeit Migränegruppe absolut/ prozentual	Häufigkeit Kontrollgruppe absolut/ prozentual	Signifikanz (p)
M. trapezius links	1	5 41,7%	1 5%	0,032
	2	5 41,7%	11 55%	
	3	1 8,3%	6 30%	
	4	1 8,3%	2 10%	
	5	– –	– –	
M. trapezius rechts	1	5 41,7%	1 5%	0,182
	2	3 25%	11 55%	
	3	2 16,7%	5 25%	
	4	1 8,3%	1 5%	
	5	1 8,3%	2 10%	
M. rectus capitis posterior major links	1	– –	2 10%	0,169
	2	5 41,7%	2 10%	
	3	5 41,7%	9 45%	
	4	2 16,7%	3 15%	
	5	– –	4 20%	
M. rectus capitis posterior major rechts	1	– –	1 5%	0,658
	2	4 33,3%	4 20%	
	3	4 33,3%	6 30%	
	4	2 16,7%	6 30%	
	5	2 16,7%	3 15%	

Alle bisherigen Publikationen konzentrierten sich auf erwachsene Populationen. Bei Kindern mit Migräne fand bisher keine Untersuchung des kraniozervikalen Winkels statt. Eine Verifizierung des hier dargestellten Ergebnisses durch externe Evidenz ist somit nicht möglich.

Ungeklärt bleibt die Frage, ob die Forward-head-Position (FHP) ein auslösender Faktor für die Migräne ist oder ob sie durch die Migräne bedingt wird. Eine mögliche Kausalkette kann hier nicht aufgeklärt werden. Laut Reich [45] und Quitmann [42] entspricht eine leichte ventrale Translation des Kopfes der Norm. Eine verstärkte FHP (und ein dadurch verringerter kraniozervikaler Winkel) führen jedoch zu einer höheren Belastung der hochzervikalen Region [56]. Möglicherweise verändern die Kinder als Reaktion auf die Kopfschmerzen aber auch ihre Haltung. Die Implementierung einer Effektivitätsstudie zu diesem Thema könnte Klärung bringen. Aufgrund des Ergebnisses darf vorsichtig geschlussfolgert werden, dass die Kopfposition mit kindlicher Migräne assoziiert ist, was wiederum auf eine neuromuskuloskeletale Anpassung der kraniozervikalen Region hinweist.

Tab. 4 Fortsetzung.

Druckpunkt	Schmerzschwelle	Häufigkeit Migränegruppe absolut/ prozentual	Häufigkeit Kontrollgruppe absolut/ prozentual	Signifikanz (p)
M. temporalis links	1	– –	– –	0,048
	2	4 33,3%	3 15%	
	3	4 33,3%	3 15%	
	4	3 25%	8 40%	
	5	1 8,3%	6 30%	
M. temporalis rechts	1	– –	– –	0,369
	2	2 16,7%	2 10%	
	3	3 25%	3 15%	
	4	4 33,3%	8 40%	
	5	3 25%	7 35%	
M. masseter links	1	3 25%	3 15%	0,188
	2	7 58%	9 45%	
	3	2 16,7%	8 40%	
	4	– –	– –	
	5	– –	– –	
M. masseter rechts	1	4 33,3%	4 20%	0,502
	2	5 41,7%	10 50%	
	3	3 25%	6 30%	
	4	– –	– –	
	5	– –	– –	

Aktives physiologisches Bewegungsausmaß der HWS

Die physiologische HWS-Beweglichkeit beider Gruppen unterschied sich nicht signifikant. Zu diesem Ergebnis kamen auch andere wissenschaftliche Arbeiten [17], [60]. Dumas et al. [15] stellten in ihrer Studie zur segmentalen Beweglichkeit der HWS bei Kopfschmerzpatienten für die Migränegruppe ebenfalls keine signifikante Anomalie fest. Jull et al. [25] fanden heraus, dass mehrere erfahrene Manualtherapeuten in ihrer Beurteilung der intervertebralen HWS-Beweglichkeit sehr gut bis vollständig übereinstimmen. Diese wäre interessant für weitere Studien zur Untersuchung der zervikalen Region von Migränepatienten mittels spezifischer manualtherapeutischer Tests.

Die Überprüfung des aktiven physiologischen Bewegungsausmaßes der HWS in 3 Ebenen, wie sie diese Arbeit durchführte, ist möglicherweise kein sensibler Test für neuromuskuloskeletale Veränderungen der zervikalen Region. Da vermutlich die Konvergenz von trigeminalen und hochzervikalen nozizeptiven Afferenzen die Entstehung des primären Kopfschmerzes beeinflusst [4], sollten insbesondere die Strukturen vom Okziput bis zum 3. HWS-Seg-

ment spezifisch untersucht werden. Der Flexions-Rotations-Test gilt in der Literatur als verlässliches Messinstrument zur Bestimmung der atlantoaxialen Beweglichkeit [41, 50] und wurde bereits in verschiedenen Studien mit Kopfschmerzpatienten angewandt [22]. Buddelmann et al. [9] beschrieben erstmals Normwerte für diesen Test bei Kindern. Eine Übertragung auf die Zielgruppe dieser Studie wäre ein nächster sinnvoller Untersuchungsschritt.

Schmerzschwellengrenze

Die Daten der Algometermessung wurden ordinalskaliert. Intensivere Gruppenvergleiche, wie sie mit intervallskalierten Daten möglich wären, erfolgten dadurch nicht. Die Ordinalskalierung trägt der Kritik von Bovim [6] Rechnung, der die interpersonale Vergleichbarkeit der Daten hinterfragt.

Signifikant unterschieden sich beide Gruppen nur hinsichtlich der Schmerzempfindlichkeit des linksseitigen M. trapezius ($p = 0,032$). Fernández-de-las-Peñas [17] fanden in der Muskulatur der Migränegruppe mehr aktive Triggerpunkte als bei der Kontrollgruppe und schlussfolgerten, dass Kopf- und Schultermuskeln bei der Entstehung und Aufrechterhaltung der Migränebeschwerden eine wichtige Rolle spielen könnten. Zwar unterscheidet sich die HWS-Beweglichkeit nicht signifikant, es finden sich aber wohl Veränderungen in Muskulatur. Dies könnte ein Hinweis für die Vermutung sein, dass eher eine muskuläre als eine arthrogene Dysfunktion bei der Entstehung der Migräne eine Rolle spielt. Die Veränderungen der Muskulatur könnten auch mit dem vergrößerten kraniozervikalen Winkel korrelieren. Diesbezüglich sind weitere Untersuchungen notwendig.

Lageschwindel

Die vestibulären Testungen beschränkten sich auf den Dix-Hallpike-Test, der nur bei 2 Probanden ein auffälliges Ergebnis zeigte. Während des Tests gaben 2 Kinder der Migränegruppe ein Schwindelgefühl an. Bisherige Publikationen erwähnten Schwindel nicht als Ergebnisvariable für das Dix-Hallpike-Manöver, obwohl er ein Symptom vestibulärer und neurovegetativer Störungen ist.

Während der Ausführung des Tests wird klassischerweise auf das Auftreten eines Nystagmus geachtet. Dies bedarf einiger Erfahrung, über die die Untersucherin dieser Studie nicht verfügte. Der Einsatz von Hilfsmitteln wie der Frenzel-Brille oder einer Videoanalyse erhöhen die Diagnosechancen [54]. Ein Nystagmus trat bei keinem der Kinder auf.

Da durch die geringe Probandenzahl kein statistisch signifikantes Ergebnis erzielt werden konnte, bleibt unklar, ob Kinder mit Migräne vestibuläre Auffälligkeiten haben. Eine umfassende Untersuchung zu diesem Thema mit einer größeren Stichprobe wäre wünschenswert. Auch wäre die Betrachtung anderer Gleichgewichtsparameter wie der statischen oder dynamischen Balance ein interessanter Ansatz für zukünftige Studien.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass Kinder mit Migräne im Vergleich zu Kindern ohne Kopfschmerz Erfahrung eine signifikant höhere Schmerzintensität und eine veränderte Kopfhaltung aufweisen. Trotzdem unterschieden sich das aktive physiologische Bewegungsmaß der HWS und die Schmerzschwel-

len in der Gesichts- und Nackenregion nicht signifikant zwischen beiden Gruppen. Möglicherweise waren die angewandten Messinstrumente nicht spezifisch genug, um die neuromuskuloskeletalen Veränderungen festzustellen. Weiterführende Testungen, wie z. B. passive, akzessorische Bewegungen zur Überprüfung von Schmerz und Widerstand sowie der Flexions-/Rotations-Test könnten in nachfolgenden Studien Anwendung finden [9].

Die Studie ergab ein nicht signifikantes Ergebnis für den Lageschwindel. Dies kann vorsichtig so interpretiert werden, dass das Dix-Hallpike-Manöver möglicherweise nicht die adäquate Testung ist, um das vestibuläre System bei Kindern mit Migräne zu überprüfen. Damit werden die aufgestellten Nullhypothesen 1 und 2 verworfen, jedoch nicht die Nullhypothesen 3–5.

Für den weiter bestehenden Forschungsbedarf im Bereich der pädiatrischen Migräne sollten zusätzliche neuromuskuloskeletale Tests inventarisiert werden, um eine bessere Übersicht über mögliche relevante Dysfunktionen als Basis für die Behandlung und den Forward-Reasoning-Prozess jedes individuellen Kindes mit der Diagnosestellung „pädiatrische Migräne“ zu erzielen.

Literatur

1. Abu-Arefeh I, Russel G. Prevalence of headache and migraine in schoolchildren. *BMJ* 1994; 309: 765–769
2. Antilla P, Metsähonkala P, Mikkelsen M et al. Muscle tenderness in pericranial and neck-shoulder region in children with headache. A controlled study. *Cephalalgia* 2002; 22: 340–344
3. Baloh R. Neurotology of migraine. *Headache* 1997; 37: 615–621
4. Bartsch T, Goadsby P. The trigeminocervical complex and migraine: current concepts and synthesis. *Curr Pain Headache Rep* 2003; 7: 371–376
5. Von Baeyer C. Children's self-reports of pain intensity: Scale selection, limitations and interpretation. *Pain Res Manage* 2006; 11: 157–162
6. Bovim G. Cervicogenic headache, migraine, and tension-type-headache. Pressure-Pain-threshold measurement. *Pain* 1992; 51: 169–173
7. Von Brevern M, Lempert T. Benigner paroxysmaler Lagerungsschwindel. Rasch erkennen, erfolgreich behandeln. *HNO* 2002; 50: 671–681
8. Brink Y, Crous L, Louw Q, Grimmer-Somers K, Schreve K. The association between postural alignment and psychosocial factors to upper quadrant pain in high school students: A prospective study. *Manual Therapy* 2009; 14: 647–653
9. Buddelmann K, Hall T, von Piekartz H. Cervical range of motion measures, side-to-side variability, and pain provocation in asymptomatic children. *Journal of Manual and Manipulative Therapy* 2013. [In press]
10. Capuano-Pucci D, Rheault W, Aukai J et al. Intratester and intertester reliability of the cervical range of motion device. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 338–340
11. Chaves T, Nagamine H, de Sousa L. Intra und interrater agreement of pressure pain threshold for masticatory structures in children reporting orofacial pain related to temporomandibular disorders and symptom free children. *J Orofac Pain* 2007; 21: 133–142
12. Cohen H, Jerabek J. Efficacy of treatments for posterior canal benign paroxysmal positional vertigo. *Laryngoscope* 1999; 109: 584–590
13. De Koning C, van den Heuvel S, Staal J, Smits-Engelsman B, Hendriks E. Climetric evaluation of active range of motion measures in patients with non-specific neck pain: a systematic review. *Eur Spine J* 2008; 17: 905–921
14. Dix M, Hallpike C. The Pathology, Symptomatology and Diagnosis of Certain Common Disorders of the Vestibular System. *Proceedings of the Royal Society of Medicine* 1952; 45: 341–345
15. Dumas J, Arsenault A, Boudreau G et al. Physical impairments in cervicogenic headache: traumatic vs. Nontraumatic onset. *Cephalalgia* 2001; 21: 884–893
16. Drigo P, Carli G, Laverda A. Benign paroxysmal vertigo of childhood. *Brain & Development* 2002; 23: 38–41

17. Fernández-de-las-Peñas C, Cuadrado M, Pareja J. Myofascial trigger points, neck mobility and forward head posture in unilateral migraine. *Cephalalgia* 2006; 26: 1061–1070
18. Fife T, Iverson D, Lempert T et al. Practice parameter: therapies for benign paroxysmal positional vertigo (an evidence-based review). *Neurology* 2008; 70: 2067–2074
19. Fletcher J, Bandy W. Intrarater Reliability of CROM Measurement of Cervical Spine Active Range of Motion in Persons with and without Neck Pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008; 38: 640–645
20. Giamberardino M, Tafuri E, Savini A et al. Contribution of Myofascial Trigger Points to Migraine Symptoms. *The Journal of Pain* 2007; 8: 869–878
21. Göbel H. Die Kopfschmerzen. Berlin: Springer, 2004
22. Hall T, Briffa K, Hopper D, Robinson K. Comparative analysis and diagnostic accuracy of the cervical flexion-rotation test. *The Journal of Headache and Pain* 2010; 11: 391–397
23. International Headache Society. The International Classification of Headache Disorders (ICHD-II). 2004. www.ihsclassification.org/_downloads/mixed/WatermarkedShortForm%20ICHD-II.pdf (01.06.2010)
24. Jensen K, Tuxen C, Olesen J. Pericranial muscle tenderness and pressure-pain threshold in the temporal region during common migraine. *Pain* 1988; 35: 65–70
25. Jull G, Zito G, Trott P et al. Inter-examiner reliability to detect painful upper cervical joint dysfunction. *Australian Journal of Physiotherapy* 1997; 43: 125–129
26. Kinser A, Sands W, Stone M. Reliability and Validity of a Pressure Algometer. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2009; 23: 312–314
27. Knust M, Trouw M, von Piekartz H. Kopfhaltung und kraniomandibuläre Dysfunktionen. *Journal of Craniomandibular Function*. 2013 [In press]
28. Langeveld J, Koot H, Loonen M, Hazebroek-Kampschreurr A, Passchier J. A quality of life instrument for adolescents with chronic headache. *Cephalalgia* 1996; 16: 183–196
29. Langeveld J, Koot H, Passchier J. Headache intensity and quality of life in adolescents. How are changes in headache intensity related to changes in experienced changes in quality of life? *Headache* 1997; 37: 37–42
30. Langeveld J, Koot H, Passchier J. Do experienced stress and trait negative affectivity moderate the relationship between headache and quality of life in adolescents. *J Pediatr Psychol* 1999; 24: 1–11
31. Lee L, Olness K. Clinical and demographic characteristics of migraine in urban children. *Headache* 1997; 37: 269–276
32. Lewis D. Toward the definition of childhood migraine. *Current Opinion in Pediatrics* 2004; 16: 628–636
33. Licht G. Technische Untersuchungsverfahren. In: Irnich D.: *Leitfaden Triggerpunkte*. München: Elsevier, 2009
34. Marcus D, Scharff L, Mercer S, Turk D. Musculoskeletal Abnormalities in Chronic Headache: A Controlled Comparison of Headache Diagnostic Groups. *Headache* 1999; 39: 21–27
35. McGrath P. Headache in Children: The Nature of the Problem. In: McGrath P, Hillier L (eds). *The Child with Headache: Diagnosis and Treatment. Progress in Pain Research and Management*. Vol. 19. Seattle: IASP Press, 2001
36. McGrath P, Koster A. Headache Measures for Children: A Practical Approach. In: McGrath P, Hillier L (eds). *The Child with Headache: Diagnosis and Treatment. Progress in Pain Research and Management*. Vol. 19. Seattle: IASP Press, 2001
37. Metsähonkala L, Sillanpää M, Tuominen J. Outcome of early school-age migraine. *Cephalalgia* 1997; 17: 662–665
38. Mitchell H, Newton I. Medical photogrammetric measurement: overview and prospects. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 2002; 56: 286–294
39. Neuheuser H, Lempert T. Vertigo and dizziness related to migraine: a diagnostic challenge. *Cephalalgia* 2004; 24: 83–91
40. Nylen C. Positional Nystagmus. *J Laryng* 1950; 64: 295–318
41. Oginc M, Hall T, Robinson K, Blackmore A. The diagnostic validity of the cervical flexion-rotation test in C1/C2-related cervicogenic headache. *Man Therapy* 2007; 12: 256–262
42. Quitmann S. Vergleich des sagittalen Körperhaltungsprofils bei Kindern und Jugendlichen mit und ohne idiopathischer Skoliose. [Bachelor-Arbeit]. Osnabrück: Hochschule Osnabrück, 2009
43. Von Piekartz H. Kiefer, Gesichts- und Zervikalregion. *Neuromuskuloskeletale Untersuchung, Therapie und Management*. Stuttgart: Thieme, 2005
44. Reeves J, Jaeger B, Graff-Radford S. Reliability of the Pressure Algometer as a Measure of Myofascial Trigger Point Sensitivity. *Pain* 1986; 24: 313–321.
45. Reich J. Vergleich des sagittalen Körperhaltungsprofils von Erwachsenen mit und ohne chronischem Low Back Pain. [Bachelor-Arbeit]. Osnabrück: Hochschule Osnabrück, 2009
46. Riina N, Ilmari P, Kentala E. Vertigo and Imbalance in Children - A Retrospective Study in a Helsinki University Otorhinolaryngology Clinic. *Arch Otolaryngo Head Neck Surg* 2005; 113: 996–1000
47. Sandrini G, Antonaci F, Bono G, Nappi G. Comparative study with EMG, pressure algometry and manual palpation in tension-type headache and migraine. *Cephalalgia* 1994; 14: 451–457
48. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. *Prometheus – Lern-Atlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. Stuttgart: Thieme, 2005
49. Simons D, Mense S. Therapie und Diagnose myofaszialer Triggerpunkte. *Schmerz* 2003; 17: 419–424
50. Tagasaki H, Hall T, Oshiro S et al. Normal kinematics of the upper cervical spine during the flexion-rotation test – in vivo measurements using magnetic resonance imaging. *Man Therapy* 2011; 16: 167–171
51. Tokarczyk R, Mazur T. Photogrammetry – principles of operation and application in rehabilitation. *Medical Rehabilitation* 2006; 10: 30–39
52. Tousignant M, de Bellefeuille L, O'Donoghue S, Grahovac S. Criterion Validity of the Cervical Range of Motion (CROM) Goniometer for Cervical Flexion and Extension. *Spine* 2000; 25: 324–330
53. Trouw M, von Piekartz H. Ist pädiatrische Migräne immer Migräne? *Neuromuskuloskeletale Behandlung als Alternative zur medikamentösen Therapie? Fallstudie. manuelletherapie* 2009; 13: 182–189.
54. Uneri A, Turkdogan D. Evaluation of vestibular functions in children with vertigo attacks. *Arch Dis Child* 2003; 88: 510–511
55. Virtanen R, Aromaa M, Rautava P et al. Changing headache from preschool age to puberty. A controlled study. *Cephalalgia* 2007; 27: 294–303
56. Watson D, Trott P. Cervical headache: an investigation of natural head posture and upper cervical flexor muscle performance. *Cephalalgia* 1993; 13: 272–284
57. Weisleder P, Fife T. Dizziness and Headache: A Common Association in Children and Adolescents. *Journal of Child Neurology* 2001; 16: 727–730
58. Youdas J, Carey J, Garrett T. Reliability of Measurements of Cervical Spine Range of Motion – Comparison of Three Methods. *Physical Therapy* 1991; 71: 98–104
59. Zito G, Jull G, Story I. Clinical tests of musculoskeletal dysfunction in the diagnosis of cervicogenic headache. *Manual Therapy* 2006; 11: 118–129
60. Zwart J. Neck Mobility in Different Headache Disorders. *Headache* 1997; 37: 6–11

AUTOR

Prof. Dr. Harry von Piekartz
 Professor für Physiotherapie
 PhD in Movement and Rehabilitation Science
 Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
 Caprivistr. 30a
 49076 Osnabrück
 H.von-Piekartz@hs-osnabrueck.de

BIBLIOGRAFIE

DOI 10.1055/s-0033-1363152
 manuelletherapie 2013; 17: 223–232
 © Georg Thieme Verlag KG
 Stuttgart · New York · ISSN 1433-2671