

» Kraniofaziale Region – Einflüsse mechanischer Stimulation und ihre Bedeutung für die Manuelle Therapie

H. J. M. von Piekartz, MSc PT, PT, MT, Dozent IMTA, NOI
Ootmarsum, Niederlande

Zusammenfassung: In Bezug auf die Beweglichkeit der kraniofazialen Region gibt es einige biomechanische Hinweise, dass sich der Schädel an Kräfte anpasst und die menschlichen Suturen auch im höheren Alter offen bleiben. Klinische Beobachtungen zeigen die Manifestation einer Schädeldysfunktion in Form spezifischer klinischer Muster. Passive Bewegungen des Schädels im Kindes- ebenso wie im Erwachsenenalter können eine deutliche Veränderung dieser Symptome bewirken. Manualtherapeuten sollten passive akzessorische Bewegungen des Schädels in ihre tägliche Praxis integrieren, da sie eine wichtige Rolle bei der Behandlung spielen.

Schlüsselwörter: Kraniofaziale Region – Beweglichkeit – Schädeldysfunktion – passive akzessorische Bewegungen – Manuelle Therapie

Summary: Concerning the craniofacial region's mobility there are several biomechanic indications that the skull can adapt to forces and that the human cranial sutures stay open even in old age. Clinically skull dysfunction manifests itself in specific clinical patterns. Passive skull movements in children as well as in adults can cause distinct changes of these symptoms. Manual therapists should integrate passive accessory skull movements in their daily practice as they play an important role in therapy.

Keywords: Craniofacial region – mobility – skull dysfunction – passive accessory movements – manual therapy

■ Einleitung

In unserer westlichen Gesellschaft ist ein deutlicher Zuwachs der Beschwerden in Nacken-, Kopf- und Halsregion festzustellen, die sich schlecht klassisch einteilen lassen (Nelson 1994). Häufig erhalten die Betroffenen dann Verlegenheitsdiagnosen, wie z. B. Spannungskopfschmerz, Migräne, atypische faziale Schmerzen oder Trigeminusneuralgie. Eine gezielte Behandlung und weiteres Management bleiben oft aus.

Ein anderes Phänomen ist der enorme Anstieg von Kopfschmerzen bei Kindern in den letzten 15 Jahren (Van Duin 2000). Auch hier gibt es bislang keine eindeutigen Therapieempfehlungen, weil die Ursachen nicht klar sind (McGrath 2001).

Manuelle Therapie 6 (2002) 77–86
© Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York

- Während der Untersuchung und Beurteilung der Patienten stellt der Manualtherapeut Hypothesen über die pathobiologischen Mechanismen, Dysfunktionen, Vorsichtsmaßnahmen, Kontraindikationen, Prognosen, Management und Ursachenquellen auf. Dabei lassen sich grob folgende 4 Bereiche unterscheiden:
- kraniozervikale Region;
- kraniofaziale Region;
- kraniomandibuläre Region;
- kraniales Nervensystem.

Die kraniofaziale Region umfasst alle Strukturen des Schädels außer dem kraniomandibulären Gelenk (von Piekartz 2001).

Manualtherapeuten sind auf die kraniozervikale Region spezialisiert und ziehen daher selten die kraniofaziale Region als mögliche Ursachenquelle für (langwierige) kraniofaziale Dysfunktionen und Schmerzen in Betracht. Daher werden in diesen Fällen auch nur sehr wenige bzw. gar keine „Hands-on“-Techniken sowie passive Bewegungen angewendet.

Um einen Eindruck zu vermitteln, welche Rolle die kraniofaziale Region in der Manuellen Therapie spielt, stellt diese Arbeit zunächst die Schädelwachstumsprozesse anhand der Evidence based Literatur vor. Anschließend werden die Eigenschaften sowie die klinischen Konsequenzen der passiven Bewegungen für die kraniofaziale Region besprochen.

■ Dynamische Eigenschaften des Schädels

Die Form des Schädels verändert sich vom Embryonalstadium bis ins hohe Alter. So bleibt auch die Beweglichkeit der Schädelnähte (Suturen) erhalten (Oudhof 1978, 1982 u. 1986, Oudhof u. Markens 1982, Oudhof u. van Doorenmaalen 1983), d.h. der Schädel und die intrakranialen Strukturen können sich auch im hohen Alter noch adaptieren. Für ein klares Bild des Schädelwachstums muss das Wachstum des Kopfes und damit des gesamten Körpers mit berücksichtigt werden. Ebenso ist auch die Betrachtung des evolutionären Entwicklungsprozesses notwendig. Bei der Entwicklung des Organismus wird durch Verwendung der genetischen Information stets eine möglichst adäquate Antwort auf die vorherrschenden Umwelteinflüsse erzeugt. Ohne Umwelteinformationen werden die genetischen Eigenschaften jedoch nicht exprimiert (Stockli et al. 1987).

Originalarbeit **Manuelle**
Therapie

Diese phylo- und ontogenetischen Verhältnisse und die Einflüsse von Umweltinformationen auf die kraniozervikale und kraniofaziale Region sind wichtige Ansatzpunkte für die Manuelle Therapie.

■ Stützgewebe in der Entwicklung

Die Wirbeltiere benötigen für die Ausbildung ihrer Form Stützgewebe, Knochen oder Knorpel (Popa 1936, van de Klaauw 1952, Amprino 1967, Enlow 1968 u. 1982). Funktionelle Formänderungen (van de Klaauw 1952) treten während des Wachstums und der Entwicklung in rascher Abfolge auf, wobei das Stützgewebe seine Fähigkeit zur Neubildung behält, ohne die Formstabilität zu verlieren (Enlow 1982). Aufgrund der relativen Inflexibilität dieser Gewebe sind die umgebenden flexibleren Gewebe mechanischer Zugbeanspruchung ausgesetzt. Biologisches Stützgewebe wahrt seine Form nur in einem funktionellen Gleichgewicht der mechanischen Belastungen. Das Fehlen dieser Belastung ist ein direkter Angriff auf die Funktionsfähigkeit des Skeletts.

Viele Experimente zur Untersuchung des Knochengewebes unter Laborbedingungen wurden ohne (normale) mechanische Belastung durchgeführt, weshalb ein Großteil unseres derzeitigen Wissens aus physiologischer Perspektive obsolet ist. Vorstellungen, dass Gelenke überlastet oder verschlissen sein können, basieren auf einer statischen Sichtweise ohne funktionelle Grundlage. Vielmehr geht eine klinisch manifeste Fehlfunktion mit einer Form einher, die dieser Funktion angepasst ist, denn Form und Funktion sind untrennbar.

■ Knochenmatrix

Knochenmatrix sind alle Gewebearten, in denen Knochen entsteht. Dazu gehören Knorpel-, (subkutanes) Binde- und vorhandenes Knochengewebe. Periostale und endostale

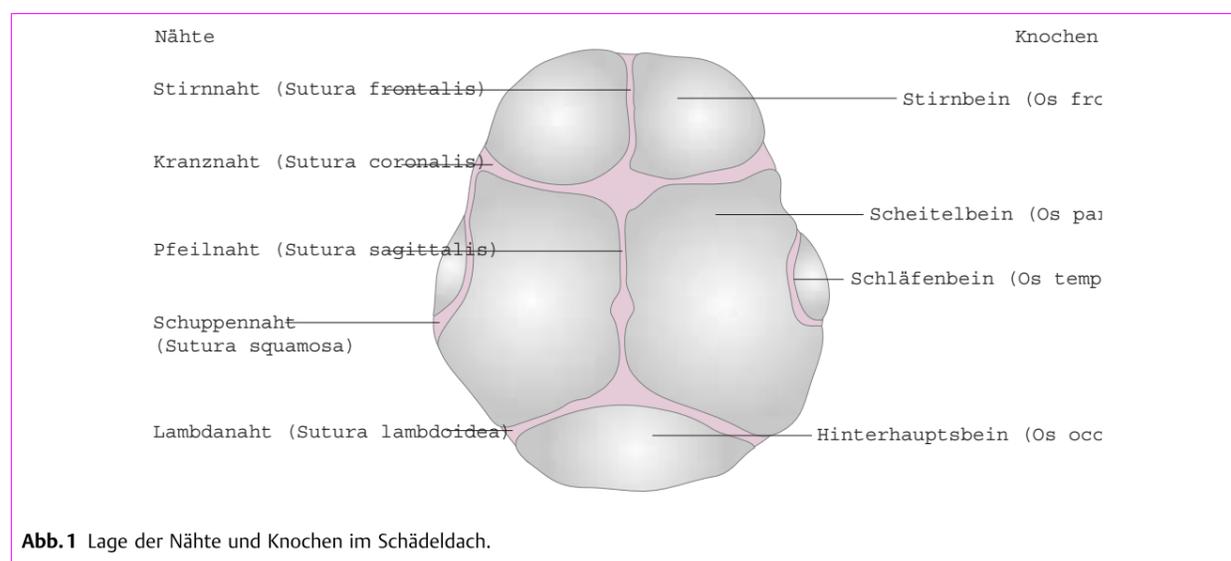
Strukturen, Suturen und Periodontia (beides Gomphosen) bilden zusammen mit den echten Gelenken (Diarthrosen) die sekundären Strukturen der Knochenmatrix. Die Gomphosen spielen eine wichtige Rolle bei der Vergrößerung der Knochenmatrix, wodurch mehr mechanische Reize absorbiert werden können. Gomphosen leiten die von außen auf die Knochenmatrix einwirkenden Kräfte als innere Lasten weiter. Während des gesamten Lebens bleiben sie bewegliche Verbindungen, die ebenso wie die Diarthrosen Teil des Bewegungssystems sind.

Struktur und Größe der Knochenmatrix bestimmen zusammen ihren Gewebestatus, von dem die Übertragung der mechanischen Stimulation durch das Gewebe abhängt. Auch der Aufbau der Knochenmatrix verändert sich während des Wachstums und der Entwicklung des Schädels.

■ Schädelwachstum

Bis zum Beginn des Schädelwachstums ist die Form des Embryos noch nicht artspezifisch (Sicher 1952, Wagemans et al. 1986, Stockli et al. 1987, Vroon 1989). Erst durch die Entwicklung des Hirnschädels (im embryonalen Alter von 33 Tagen) beginnen sich die Embryonen zu unterscheiden. Beim Mensch kommt es zum raschen Wachstum des Hirngewebes (Sheldrake 1988). Bei den niederen Tierarten ist das Hirnwachstum weniger ausgeprägt (Vroon 1989), was sich auf die Konstruktion des Hirnschädels auswirkt. Die Konstruktion der Schädelbasis lässt bei den verschiedenen Tierarten wesentlich mehr Gemeinsamkeiten erkennen.

Die Hirnwachstumsfunktion bestimmt maßgeblich die Form des Hirnschädels vor und kurz nach der Geburt. Erst nach der Geburt werden die nun wichtig gewordenen Funktionen atmen, saugen und schlucken an den Veränderungen der anatomischen Form des Gesichtsschädels deutlich erkennbar (Abb.1).



■ Wachstum des Hirnschädels

Der Hirnschädel (Neurokranium) besteht aus einer Knorpelmatrix, die sich kaudal vom Gehirn befindet, der Schädelbasis und den verschiedenen dermalen Matrices des Schädeldaches (Markens 1975, Oudhof 1975, van de Velde 1985). Bei niederen Tierarten, wie z. B. dem Hai, bildet die Knorpelmatrix eine nahtlose, das Gehirn umschließende Kapsel (Sheldrake 1988). Bei höheren Tierarten mit größeren Hirnvolumina wird das Gehirn von dermalen Knochenmatrices überzogen. Das bewährte Knorpelmodul bleibt allerdings als Abgrenzung zum basalen Hirnstamm erhalten.

Die erheblichen Unterschiede im Verhalten gegenüber mechanischen Reizen, die zwischen der Knorpelmatrix und der dermalen Matrix bestehen, wurden von Prahl (1968) nachgewiesen. Unter Belastung kam es zu einer massiven Formveränderung des Dermatokraniums, wohingegen die Form des Chondrokraniums unverändert blieb. Daraus ist zu schließen, dass die Knorpelmatrix über beträchtliche Pufferkapazitäten bei äußerer mechanischer Stimulation verfügt. Die Entwicklung des Dermatokraniums wird wesentlich stärker von der Belastung beeinflusst und es kann seine Form durch Umbauvorgänge verändern.

Dermale Knochenmatrices entwickeln sich zwischen der äußeren Hirnhaut (Dura mater) und der Haut (Jasper u. Manet 1974). Suturen führen eine Trennung in der wachsenden Knochenmatrix herbei. Das Periost wird durch die Schädelnähte getrennt, woraufhin sich eine hoch spezifische intrasuturale, durch Spannung induzierte Faserstruktur entwickelt (Oudhof 1975, 1978, 1982 u. 1986, Oudhof u. van Dooremaalen 1983). Die intrasuturalen Fasern üben dabei eine ähnliche Funktion aus wie die Speichen eines Rads. Genauso wie diese den Abstand zwischen Felge und Nabe wahren, sichern die Fasern in der Schädelnaht die Breite des Nahtspaltes von ca. 250 μm .

Nach Entstehung der Nahtverbindungen wird die durch das Hirnwachstum erzeugte mechanische Belastung der dermalen Knochenmatrices in eine Druckbelastung der Matrix umgewandelt. Diese ist durch die ständigen Schwankungen zwischen systolischem und diastolischem intrakranialen Blutdruck bei gleichzeitiger Zunahme des intrakranialen Volumens bedingt.

Die Suturen stellen ganz besondere Gelenksysteme dar. Die Gelenkbänder verlaufen außerhalb und innerhalb des Gelenkspalts, treten in die Knochenmatrix ein und sind dort fest verankert. Durch zahlreiche Gefäßverbindungen zwischen dem Nahtgewebe und dem markhaltigen Knochengewebe stellt die Knochennaht eine hydraulische Verbindung zum Mark her. Diese Gefäße übertragen den inneren Druck der Naht direkt auf den Markknochen, während umgekehrt alle Druckschwankungen im Markknochen auf das Nahtgewebe übertragen werden.

Äußere auf die Knochenmatrix einwirkende Kräfte rufen Spannungen in der Knochenmatrix hervor. In den Suturen werden diese Spannungen in Bewegungen der Suture umgewandelt. Diese Nahtbewegungen verursachen wiederum

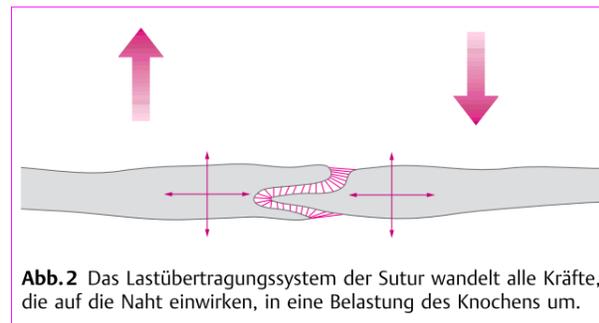


Abb. 2 Das Lastübertragungssystem der Suture wandelt alle Kräfte, die auf die Naht einwirken, in eine Belastung des Knochens um.

Druckschwankungen in den Suturegefäßen, die die Druckschwankungen an den Markknochen weiterleiten. Demnach fungieren die Schädelnähte als Lastüberträger im Schädeldach (Abb. 2).

■ Wachstum der Nase und des Nasen-Rachen-Raums

Die geringere Beanspruchung der Schädelbasis durch formbildende Kräfte bietet die Voraussetzung für die Entwicklung des Nasen-Rachen-Raums, die größtenteils erst nach der Geburt mit Einsetzen der formenden Reize atmen, saugen und schlucken stattfindet. Neben der Knorpelmatrix des Nasenseptums wachsen symmetrisch die dermalen Matrices des Oberkiefers und der Nase, die durch faziale und maxilläre Suturen gelenkig miteinander verbunden sind. Durch Ein- oder Ausatmung ändert sich der mechanische Druck in den pneumatischen (lufthaltigen) Räumen, die mit dem Nasen-Rachen-Raum in Verbindung stehen, und es kommt zu einer erheblichen Vergrößerung der Nasenhöhlen mit einem Anstieg der mechanischen Beanspruchung des Nasenskeletts. Daraufhin bildet sich das Nasenseptum – wie eine Stange zur Sicherung eines offenen Fensters – als Lastüberträger in einer bestimmten Richtung. Mit der Entwicklung der Nasenhöhlen wird nicht nur die Pufferfunktion zur Aufnahme der durch die eingeatmete Luft erzeugten Kräfte verbessert, sondern auch eine mechanische Belastung des wachsenden Gesichtsschädels erzeugt.

■ Wachstum des Processus alveolaris

Um die Zahnanlage herum entwickeln sich aus einer dermalen Matrix dentale Krypten (Osborn u. ten Cate 1984). Parallel zum Wachstum der Zahnanlage vergrößert sich auch die Krypte und damit die physikalische Struktur der Knochenmatrix. Durch die „wachsenden“ Krypten einerseits und die Mundfunktionen saugen und schlucken andererseits entstehen Beanspruchungen, die eine Zunahme des Alveolarknochen volumens zur Folge haben. Nach klinischer Belastung der Zähne wird der gesamte Alveolarraum (Periodontium) mit Fasern ausgefüllt (Bernich 1960), die entsprechend der vorherrschenden Spannung (Herring 1972) ausgerichtet sind. Eine besondere mechanische Belastung stellt das Kauen dar, bei dem die Zähne in die Matrix gedrückt (Oudhof 1975) werden. Diese Last wird von den Gefäßverbindungen auf Pe-

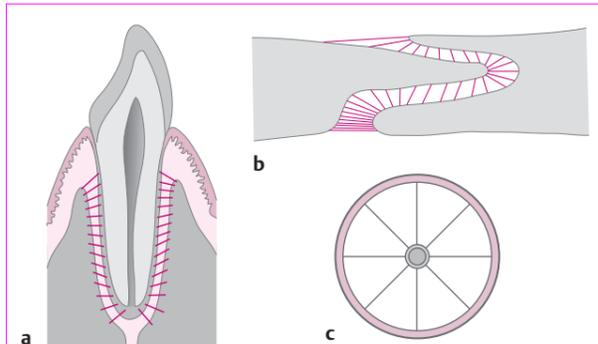


Abb. 3a-c Alle Gomphosen sind im Grunde genommen gleich und können hinsichtlich ihrer mechanischen Funktion mit den Speichen eines Rades verglichen werden.
a dentale Gomphose (Periodontium),
b suturale Gomphose (Sutura),
c Rad mit Speichen.

riodontium und Markknochen verteilt. Der mittlere Blutdruck der Gefäße im Markknochen bildet den physiologischen Gegendruck zur Kaulast (Oudhof 1975).

Im Milchzahngebiss werden durch das fortschreitende Wachstum der Krypten und der „Keime“ der bleibenden Zähne der Proc. alveolaris und der Zahnbogen vergrößert. Die mechanische Lastübertragung zwischen Zähnen und Alveolarknochen weist große Ähnlichkeiten zur Lastübertragung zwischen den an einer Sutura angrenzenden Knochenanteilen auf. In beiden anatomischen Strukturen entstehen Gomphosen, die als Lastüberträger fungieren (Abb. 3a-c).

■ Wachstum des Unterkiefers

Beim Menschen geht der Unterkiefer ausschließlich aus einer dermalen Knochenmatrix hervor. Angulus und R. mandibulae entwickeln sich unter einer hohen mechanischen Belastung. Die Entstehung eines sekundären Knorpelkerns in dieser dermalen Knochenmatrix (Caput mandibulae) wird auf eine fetale Beanspruchung der mandibulären Matrix durch den Schädel zurückgeführt. Dieser sekundäre Knorpelkern ist während seiner gesamten Entwicklung von Matrixperiost bedeckt. Deshalb ist das Kiefergelenk das einzige echte Gelenk, das nicht von Knorpel, sondern von Periost umgeben ist.

Mit dem Einsetzen der Kaufunktion erfahren Caput und Basis mandibulae eine direkte mechanische Belastung durch die dort befestigten Kaumuskeln. So entstehen eine äußerst kompakte Matrixstruktur und der knorpelige Anteil im Caput, der das ganze Leben lang erhalten bleibt.

Durch das Saugen und Schlucken des Säuglings bringen die Muskeln den Unterkiefer in eine stärker ventrale Position, womit sich der Gelenkraum des Kiefergelenks vergrößert. Durch diese Belastung wird das Wachstum des Caput mandibulae angeregt und der Gelenkraum klein gehalten.

■ Wachstumsregulation

Die Wachstumsregulation ist ein multikausaler Vorgang, in dessen Verlauf, beeinflusst durch äußere Faktoren und funktionelle Vorgänge, bestehende Formen lernen, eine neue Form anzunehmen. In der Wachstumsphase des Organismus löst die funktionelle Stimulation eine Reaktion des Gewebestatus aus und führt damit zu Wachstum (Gestaltveränderung). Dabei bestimmt der Gewebestatus durch seine Rezeptorenfähigkeit, auf welche Reize reagiert wird.

Auch am Kopf lassen sich mehrere aufeinander folgende Gestaltbildungsphasen unterscheiden. Am Anfang steht die Entwicklung des Gehirns, die unmittelbar die Entwicklung der Schädelbasis und des Schädeldaches zur Folge hat. Die Entwicklungsrichtung hängt zum Teil von den gegenwärtigen lokalen funktionellen Prozessen sowie von der genetischen Information in der Zelle ab. Beispielsweise besteht die Knochenmatrix kaudal des Hirnstamms aufgrund der Druckspannungen während der Entwicklung aus Knorpel, während sich das Schädeldach wegen der eher verformenden Kräfte aus Geflechtknochen entwickelt.

Die Art der Knochenmatrix bestimmt die spätere Gestalt und ist gleichzeitig von entscheidender Bedeutung für die künftige Funktion. Daher kontrolliert das Stützgewebe indirekt das Wachstum des Kopfes in den aufeinander folgenden Wachstumsphasen.

Die Wachstumsregulation ist lediglich als eine Reihe von Entwicklungsschritten aufzufassen, die sich an einer existierenden Form in logischer Weise vollziehen. Vom jeweils vorhergehenden Wachstumsresultat hängt ab, ob der Organismus ein (genetisch festgelegtes) Signal für die sinnvolle Weiterentwicklung erhält. Schlägt jedoch ein morphologischer Entwicklungsschritt fehl, der Teil einer Serie von Wachstumsprozessen ist, ist die Wachstumsregulation des nächsten morphologischen Entwicklungsschritts stets gestört.

■ Diskussion

Ein solides Verständnis des Wachstums und der Formentwicklung unseres Bewegungssystems ist unerlässlich für die adäquate Behandlung pathologischer Störungen. Jeder Körper passt sich durch äußere Stimulation so stark wie möglich an die (wechselnden) Bedingungen an. Der Spielraum für diese Anpassungen ist genetisch festgelegt. Die Dauer der pathologischen Störung ist daher höchstwahrscheinlich von großer Bedeutung für die Folgen dieses Anpassungsvorgangs.

Die aus der Beobachtung von Wachstum und Entwicklung des Schädels gewonnenen Erkenntnisse zeigen, dass der Schädel außer dem Kiefergelenk noch zahlreiche andere bewegliche Verbindungen aufweist, nämlich die *Suturen* und die *Periodontia*. Diese „Gelenke“ übermitteln ständig Informationen an das Nervensystem. Ist eine der Verbindungen gestört, kommt es auch zu einer Störung des gesamten Reflexsystems, was wiederum zu Fehlfunktionen und Schmerzen führen kann. Kliniker sollten das Verhalten des Schädels berücksichtigen und daran denken, dass der Schädel ein dyna-

mischer Gelenkkomplex ist. Dies könnte die Grundlage für ein besseres Verständnis der Pathogenese bilden.

Es bleibt noch sehr viel zu tun, um unser Wissen über die Funktionsweise des Bewegungssystems der Suturen und des Periodontiums zu erweitern. Suturen spielen eine entscheidende Rolle während des Wachstums, sind aber als Teil des kranialen Bewegungssystems ebenso wichtig für die Funktion nach Abschluss der Wachstumsphase. Sie können daher eine Ursache von Fehlfunktionen oder Schmerzen sein. Die kieferorthopädischen Behandlungen, die durch veränderte Belastung die Schädel- und Kieferform verändern, haben ihre Wirkung schon bewiesen. Auch der manualtherapeutische Ansatz in der kraniofazialen Region hat seinen Wert und kann einen positiven Beitrag bei Patienten mit kraniofazialen Dysfunktionen und Schmerzen liefern, sowohl während des Wachstums als auch im Alter.

■ Standort der Manuellen Therapie

Die meisten Kliniker mit manualtherapeutischem Hintergrund sind in den grundlegenden Techniken zur Untersuchung und Behandlung der HWS ausgebildet. Wie sieht es aber mit den Strukturen oberhalb des Atlantoaxialgelenks (abgesehen von der Art. temporomandibularis) aus? Nach meiner Ansicht wird das Schädelgewebe in der klinischen Situation als Forschungsthema von Manualtherapeuten nach wie vor vernachlässigt. Unter Berücksichtigung der neueren Literatur und persönlicher Erfahrungen sollen im Folgenden die Termini zur Bezeichnung des Schädelgewebes sowie die verschiedenen Methoden zur Untersuchung des Schädels erläutert werden.

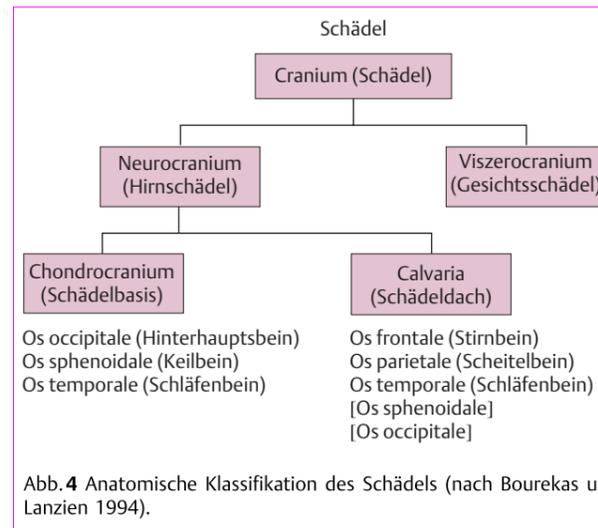
■ Schädelknochen

Da die Terminologie der Schädelgewebe nicht einheitlich ist, wird hier die Klassifikation des Schädels nach Bourekas (1994) zugrunde gelegt, die sich auch für den klinischen Alltag anbietet (Abb. 4):

- **Kranium:** Schädel ohne Unterkiefer;
- **Neurokranium:** Hirnschädel (Kranium ohne Gesichtsknochen);
- **Viszerokranium:** Gesichtsschädel;
- **Kalvaria:** Schädeldach (Ossa frontale, occipitale und parietale);
- **Schädelbasis:** Os temporale, Os sphenoidale und Os occipitale (Bourekas u. Lanzien 1994, William et al. 1989).

■ Dynamische Eigenschaften des Schädels

Neueste moderne radiologische Studien belegen die Beweglichkeit des Kraniums, auch *Cranial compliance* genannt (Oleski et al. 2002). Durch Untersuchungen des Schädelwachstums mit Hilfe der Zephalometrie ist nun bekannt, dass der Verknöcherungsprozess in der Mitte des 3. Lebensjahrzehnts einsetzt, die Suturen das ganze Leben lang offen bleiben kön-



nen und eine gewisse Beweglichkeit und Flexibilität bis ins hohe Alter besteht (Brodie 1941, Low 1970, Pearl et al. 1972, Eiben 1977, Komenda u. Klements 1978, Farkas u. Nylas 1988, Prokopec et al. 1991, De Bruin 1993, Hajni u. Petrásek 1993).

Charakterisierung der kranialen Bewegungsmuster

Welcher Art die Bewegungen zwischen den Schädelknochen sind, ist noch immer unklar. Die folgenden verschiedenen Hypothesen zu den Bewegungen der Schädelknochen (*Kraniodynamik*) sind in der Literatur zu finden:

- **Kontinuierliche vorhersagbare und rhythmische Bewegung:** Dieses Muster der kranialen Bewegung wird weithin als das Grundprinzip angesehen, das der kranialen Pathomechanik zugrunde liegt.
- **Spontane unvorhersagbare Bewegung:** Die Schädelknochen können sich unabhängig voneinander bewegen. Es gibt kein einheitliches Bewegungsmuster.
- **Bewegung durch Kraftübertragung:** Zug- und Druckkräfte werden auf den Schädel übertragen und erzeugen Kräfte, wodurch das Wachstum im gesamten kranio-mandibulären und -zervikalen Komplex angeregt wird. Bei diesem Mechanismus der Lastübertragung spielen die Knochennähte eine wichtige Rolle (Retzlaff et al. 1975, Oudhof 1982, Jaslow 1990, Buchman et al. 1994).

Die Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen den angreifenden Kräften und ihren Wirkungen auf das biologische Gewebe der Schädelnähte mit den daraus resultierenden Veränderungen der Schädelknochen ist noch ungeklärt (Rogers u. Witt 1997).

■ Suturen als potenzielle Schmerzquelle

Nach wie vor stellt sich die Frage, ob die Suturen nozizeptive Signale aussenden können und dies mit typischen klinischen Mustern einhergeht. Bisher findet sich in der Literatur noch

keine Definition für suturalen Schmerz oder eine sutrale Dysfunktion (Merskey u. Bogduk 1994). Einige Studien beschäftigten sich bereits mit den Geweben und ihrer Versorgung in den Suturen (Yen et al. 1980, Yen u. Suga 1981, Meikle et al. 1982, Retzlaff u. Mitchell 1987, Bourekas u. Lanzien 1994).

Sollten die Suturen tatsächlich Adelta- und C-Fasern aufweisen, könnten anomale auf die Schädelnähte einwirkende Kräfte neurobiologische und mechanische Änderungen verursachen, die möglicherweise zu Veränderungen des Gefäßsystems in der Schädelregion und damit zu pathophysiologischen Veränderungen in den Suturen führen (Basset 1971). Eine passive Bewegung des Schädels könnte also den Kräften innerhalb der Suturen entgegenwirken, wodurch es zu einer Abschwächung der Symptome käme.

■ *Können die Suturen als Teil eines Gelenkkomplexes aufgefasst werden?*

Der Schädel wird einerseits als starre knöcherne Struktur mit unbeweglichen Nähten betrachtet (Grundlage dieser Ansicht sind Leichenuntersuchungen William et al. 1989, Persson 1973, Lohmann 1977, Sabotta u. Becher 1972), andererseits wird die Ansicht vertreten, dass die Sutura eine funktionelle Gelenkverbindung ist, die sich bis ins hohe Alter ständig an ihre Umgebung anpasst (Scott 1962, Moss 1972, Van Limborgh 1972, Engdahl et al. 1978, Brandt et al. 1979, Jackson et al. 1979, Johnson u. Hall 1986, Wagemans et al. 1988).

Zwar wird in diesem Bereich noch eifrig diskutiert, es lässt sich jedoch feststellen, dass die Sutura das Potenzial einer gelenkartigen Struktur hat, die Fehlfunktionen, Schmerzen und andere Symptome hervorrufen kann. Meiner Ansicht nach können passive Bewegungen eine geeignete Methode zur Untersuchung und Behandlung des kranialen Knochengewebes sein. Diese Techniken wirken aber nicht nur auf die betreffende Sutura (gelenkartige Struktur), sondern es können dabei auch Kompressions- und Distraktionskräfte durch das kraniale und möglicherweise auch durch das intrakraniale Gewebe übertragen werden (van der Klaauw 1946, van der Linden 1968, Christmann et al. 1977, Hoyer u. Zech 1980, Richtsmeier u. Lele 1983, Richtsmeier u. Cheverud 1986, Hildebolt et al. 1990, Carter et al. 1991, Kowalski 1993, Ohman u. Richtsmeier 1994).

■ *Welche Strukturen können durch passive Bewegungen beeinflusst werden?*

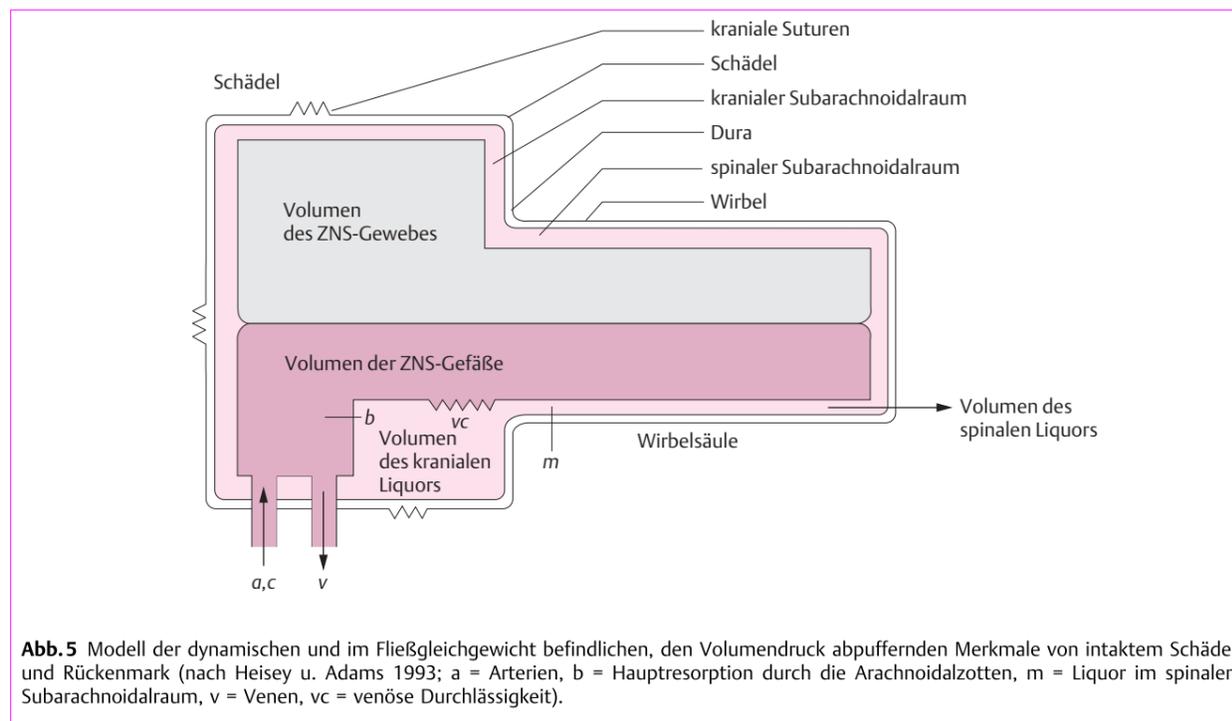
Die kraniofaziale Region zeichnet sich durch eine äußerst komplexe Anatomie aus und umfasst die verschiedensten Strukturen (z.B. Knochen, Nerven, Blutgefäße; Patten 1995). Der Kliniker muss sich darüber im Klaren sein, welche Strukturen durch eine „Hands-on“-Untersuchung und -Behandlung potenziell beeinflusst werden. Zu den wichtigsten zählen (Abb.5):

- Schädelknochen, Suturen und Nerven.
- *Anheftungsstellen der Dura mater*: Die Hirnhäute sind an der Innenseite des Atlas und des Okziput sowie im Binde-

gewebe in den Schädelnähten fest verankert (Hall u. Dekker 1986, Johnson u. Hall 1986). Pathologische Störungen der Dura beeinflussen Wachstum und Form des Schädels und seine Umgebung (Moss u. Young 1960, Dias u. Leland 1989, Hentschel 1990, Murai et al. 1992, Haines u. Harkey 1993). Die Wirkung des extrakranialen Drucks auf die Hirnhäute und das Gehirn wurde bereits nachgewiesen (Courville 1965, Wood 1971, Merchant 1984, Kragt et al. 1985, Földes et al. 1987, Kostopoulos u. Keramidis 1992, Pick 1994).

- *Intrakraniales Gefäßsystem*: Dieses stark durchblutete Gefäßsystem spielt eine wichtige Rolle bei der Durchblutung des Gehirns. Intra- oder extrakranial verursachte Änderungen des Schädeldrucks können zu einer Beeinträchtigung oder Veränderung der intrakranialen Perfusion führen (Markowski 1931, Bleistein u. Jerusalem 1984, Laumer 1986, Pichert u. Henn 1987). Meinen klinischen Beobachtungen zufolge können passive Bewegungen am Schädel des Patienten zu einer Änderung der körperlichen Reaktionen führen, was möglicherweise durch eine veränderte vegetative Reaktionen bedingt ist. Dieses klinische Muster, das auf eine vaskuläre Reaktion zurückzuführen ist, lässt sich zwar beobachten, es fehlen jedoch nach wie vor klinische Beweise und wissenschaftliche Untersuchungen (Rogers u. Witt 1997).
- *Liquor cerebrospinalis*: Die Liquorzirkulation dient dem Transport von Neurotransmittern, Nährstoffen, Stoffwechselprodukten und anderen Substanzen, die zur Aufrechterhaltung der Homöostase des ZNS erforderlich sind (William et al. 1989, Tulen et al. 1991, Feinberg 1992, Greitz 1993). Bei der Anwendung manueller Techniken in der Gesichtsregion sind mitunter unerwartete Symptomveränderungen zu beobachten, die möglicherweise mit der Liquordynamik zusammenhängen. Es wird vermutet, dass es auch bei geringfügigeren pathologischen Störungen zu einer Veränderung der Liquordynamik kommen kann, die sich durch die Bewegung der Schädelknochen beeinflussen lässt.
- *Gehirn*: Der Einfluss passiver Bewegungen auf die Hirnsubstanz wurde nur in wenigen Studien untersucht. Die bedeutende Funktion des Gehirns bei Bewegungen der Schädelknochen an ihren Nähten wurde im Zusammenhang mit der intrakranialen Volumenzunahme verdeutlicht (Wealthall u. Smallwood 1974, Retzlaff et al. 1975, Adams et al. 1992, Ebner 1994). Osteopathen beschreiben das Gehirn als bewegliches Organ mit inhärenten rhythmischen Bewegungen und sind der festen Überzeugung, dass die Kopfposition und die Duraspannung auch die Hirnbeweglichkeit beeinflussen (Greenman 1970, Cottam 1984, Upledger u. Vredevoogd 1988). Wie aus Studien hervorgeht, kann es durch Veränderung der Kopfstellung zum Spannungsanstieg in den Hirnhäuten und zur Verlängerung des Hirnstamms kommen (Breig 1976, Doursonian et al. 1989). Darüber hinaus könnten das intrakraniale Volumen (ICV) und der intrakraniale Druck beeinflusst werden, was Konsequenzen für die kraniodynamische Untersuchung und Behandlung hätte (Letson et al. 1992).
- *Hirnnervengewebe*: Durch passive Bewegungen lässt sich der Druck in den intra- oder extrakranialen Strukturen über eine Änderung der Pathodynamik der Nerven möglicherweise vermindern (oder erhöhen).

Manuelle Originalarbeit
Therapie



- **Muskulatur:** Die Kau- und Nackenmuskeln, die über die kranialen Gelenkverbindungen hinweg ziehen, können die knöchernen Beziehungen und die intraartikulären Beanspruchungsmuster des Schädeldaches beeinflussen (Enlow 1968, Grant 1972, McNamara u. Arbor 1973, Trainor et al. 1995). Meiner klinischen Erfahrung zufolge tritt in dieser Region unter kraniodynamischer Behandlung neben einer Symptombesserung häufig auch eine Senkung des kranialen Muskeltonus ein.

■ Kraniale Techniken als Instrument zur Beurteilung der Schmerzmechanismen

In der aktuellen Physio- und Manuellen Therapie treten pathobiologische sowie Schmerzmechanismen immer mehr in den Vordergrund, um sie in Prognose, Management und Therapie des Patienten mit einzubeziehen (Gifford 1998, Butler 2000).

Nach meiner Erfahrung sind kraniale Techniken häufig ein sehr aussagekräftiges Instrument zur Beurteilung der Schmerzmechanismen bei Patienten mit kraniofazialen Problemen. Klagt beispielsweise ein Patient mit posttraumatischen Gesichtsschmerzen während der Untersuchung über lokale Schmerzen mit *On-off*-Tendenz, weist das auf eine mögliche periphere Nozizeption hin. Derartige primäre hyperalgetische Schmerzen (durch das Gewebe verursachte Schmerzen) haben eine günstige Prognose.

Bei der Untersuchung eines Patienten mit diffusen Kopf-, Nacken- und Gesichtsschmerzen aufgrund eines einjährigen

Schleudertraumas waren die meisten kranialen Techniken schmerzhaft. Der Betroffene hatte Angst, die Schmerzen nehmen zu und vermutete, dass sie nicht mehr vom Schleudertrauma verursacht wurden, sondern mit einer intrakranialen Pathologie zusammenhängen. Er war jedoch durch den Neurologen gut abgeklärt und es gab keinerlei Anhaltspunkte für intrakraniale Prozesse wie Aneurysmen und Tumoren. Seine Schmerzen waren vermutlich durch zentrale Verarbeitungsprozesse verursacht. Dies wird auch *sekundäre Hyperalgesie* genannt (Butler 2000).

In dieser Situation verfolgen die kranialen Techniken ein anderes Ziel. Sie können eingesetzt werden, um den Patient erfahren zu lassen, dass nicht alle Stimuli am Kopf schmerzhaft sein müssen. Außerdem können sie dazu dienen, die sekundäre Hyperalgesie in den kraniofazialen Regionen zu erklären, wodurch sich die Angst des Patienten reduzieren lässt.

■ Beispiele für Untersuchungs- und Behandlungstechniken des Schädelgewebes

Passive Bewegungen am Schädel sollten nur in akzessorischer Form vorgenommen werden (Maitland 1986). Während der Ausführung der passiven Bewegungen ist unter Berücksichtigung der Anatomie und des klinischen Bildes zu überlegen, von welcher Region das Problem des Patienten wahrscheinlich ausgeht. Ist anzunehmen, dass die Symptome von der kraniofazialen Region ausgehen, werden allgemeine neurokraniale Techniken empfohlen. Klagt der Patient über Symptome im temporomandibulären Bereich, ist zuerst eine Untersuchung der Schläfenregion angezeigt. Lassen Vorgeschichte

Originalarbeit **Manuelle**
Therapie

und Beobachtung eine Plagiozephalie klar erkennen, ist eine Untersuchung der Okzipitofrontalregion indiziert.

Allgemeine Techniken geben einen Eindruck vom Schmerzzustand des Patienten (Schweregrad, Irritierbarkeit), lassen eine Lokalisation des Pathomechanismus zu und gewöhnen den Patienten an die kranialen Techniken. Werden in einer oder mehreren Regionen anomale Reaktionen festgestellt, kann diese Region mit spezifischen akzessorischen Bewegungen des betreffenden Knochens oder der umliegenden Knochen untersucht oder behandelt werden.

Allgemeine Kompressionstechnik in der Okzipitofrontalregion

Die Ausgangsstellung für Kompressions- und Distraktionstechniken der Okzipitofrontalregion ist in Abbildung 6a u. b dargestellt. Die Kompression ist eine der allgemeinsten Bewegungen, da sie einen großen Teil des Schädelgewebes zwischen Os occipitale und Os frontale beeinflusst und Aufschluss über die anzuwendende Kraft beim jeweiligen Patienten gibt. Die Technik lässt sich durch Abknicken modifizieren, um die Symptome des Patienten zu reduzieren oder zu verstärken. Verändern sich die Symptome durch Abknicken, ist eine genauere Untersuchung der Okzipitalregion angezeigt.

In der Praxis wird diese Technik meist als eine der ersten eingesetzt, um einen Eindruck von den Schmerzmechanismen und dem Ernst der anormalen Lastübertragung des Kraniums zu bekommen.

Transversalbewegung der Okzipitosphenoidalregion

Die Technik kommt gewöhnlich bei der Untersuchung und Behandlung zum Einsatz, wenn der Eindruck besteht, dass die allgemeinen akzessorischen Bewegungen des Schädels und insbesondere der Okzipitosphenoidalregion die Symptome des Patienten deutlich verändern (Ausgangsposition siehe Abb.6). Diese Region ist durch die relative Beweglichkeit und die entwicklungsgeschichtlich wichtige Rolle häufig von Deformation oder Dysfunktion betroffen.

Rotation der Maxilla in der Sagittalachse

Ziel dieser Technik ist es festzustellen, ob die Symptome von der maxillären Region oder von den Augenhöhlen bzw. dem Jochbein ausgehen. Werden dabei anomale Reaktionen beobachtet, ist eine nähere Untersuchung der Region mit anderen akzessorischen Bewegungen oder unter Einbeziehung der umliegenden Knochen angebracht. Die Ausgangsstellung ist in Abb. 7a u. b dargestellt.

Werden bei der klinischen Untersuchung Symptome beobachtet, die durch eine Schädelasymmetrie, eine Malokklusion, eine Dysfunktion der Art. temporomandibularis, neuropathologische, vom N. maxillaris verursachte Schmerzen oder eine Kieferhöhlenentzündung bedingt sein könnten, ist eine exaktere Abklärung und gegebenenfalls eine weitere Behandlung dieser Region erforderlich.



Abb. 6a u. b Transversalbewegungen des Keilbeins in der Okzipitosphenoidalregion.

Dosierung und Rolle in der Gesamtbehandlung

Dosierung und Rolle der Technik in der Gesamtbehandlung hängen von folgenden Faktoren ab:

- Alter des Patienten;
- Schädelregion;
- Pathologie;
- klinisches Muster;
- Schmerzzustand.

■ **Klinisches Beispiel**

Der 8-jährige Roy, bei dem der Kinderarzt vor 2 Jahren einen „muskulären Schiefhals“ diagnostiziert hatte, klagte über einen dumpfen Kopfschmerz hauptsächlich im Scheitelbereich, der erstmals vor 3 Jahren eingesetzt und sich seitdem allmählich verstärkt hatte. Die Schmerzen traten 2- bis 3-mal pro Woche mehrere Stunden lang auf, insbesondere am Abend. Der Junge zeigte Konzentrationsschwierigkeiten, und sein Lehrer hatte ein legasthenisches Verhalten, jedoch kein intel-



Abb. 7a u. b Allgemeine Rotationen des Maxilla um die Sagittalachse.

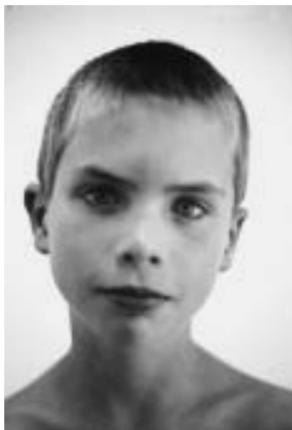


Abb. 8a–d 8-jähriger Junge mit Kopfschmerzen und Lernstörungen, bei dem ein „muskulärer Schiefhals“ diagnostiziert wurde.

lektuelles Defizit festgestellt. Bei der Inspektion und Palpation fielen rechtsseitig eine Verkleinerung der Augenhöhle und des nicht vorstehenden Jochbeins sowie linksseitig ein Vorspringen der Stirnregion auf (Abb. 8a).

Weiterhin wurden eine Schonhaltung des Kopfes nach links und ein erhöhter Muskeltonus in der linken HWS-Region (Pars descendens des M. trapezius, Mm. semispinalis und levator scapulae) festgestellt, die auf lokalen Druck schmerzempfindlich reagierte. Außerdem lagen eine Elevation und Protraktion der linken Skapula vor (Abb. 8b).

Die rechte Koronarnäht war im Vergleich zur Gegenseite nicht ohne weiteres zu palpieren. Bei der Untersuchung der Okzipitosphenoidealregion konnte der Kopfschmerz reproduziert werden, und es war eine eindeutige Steifigkeit in der

Frontal- und Okzipitalregion zu ertasten. Die Hypothese wurde aufgestellt, dass eine leichte rechtsseitige frontale Plagiozephalie zu seinen Symptomen beitrug.

Nach 6 Behandlungen über einen Zeitraum von 2 Monaten, die aus einer Mobilisation des Kranialgewebes und einer leichten Mobilisation der oberen HWS in Kombination mit Übungen zur Herstellung eines Muskelgleichgewichts bestand, hatte sich die Gesichtasymmetrie verringert (Abb. 8c). Eine aktivere Haltung mit einer weniger ausgeprägten Schonhaltung des Kopfes wurde festgestellt, und der erhöhte Muskeltonus und die Druckempfindlichkeit der Muskeln waren nicht mehr vorhanden (Abb. 8d). Seine Eltern bemerkten, dass Roy seltener über Kopfschmerzen klagte und mehr lachte als vorher. Auch seine schulischen Leistungen in Rechtschrei-

Originalarbeit **Manuelle**
Therapie

bung und Mathematik hatten sich nach Aussage des Lehrers deutlich verbessert.

■ Schlussfolgerung

Bezüglich der Beweglichkeit der kraniofazialen Region gibt es einige biomechanische Hinweise darauf, dass sich der Schädel an Kräfte anpasst und die menschlichen Suturen auch im höheren Alter offen bleiben (Retzlaff u. Mitchell 1987, Jaslow 1990, Rogers u. Witt 1997). Klinische Beobachtungen zeigen, dass sich eine Schädeldysfunktion in Form spezifischer klinischer Muster manifestiert und passive Bewegungen des Schädels im Kindes-, aber auch im Erwachsenenalter eine deutliche Veränderung dieser Symptome bewirken können. Passive akzessorische Bewegungen des Schädels lassen sich leicht in die tägliche Arbeit des Manualtherapeuten integrieren und können bei der Behandlung eine wichtige Rolle spielen (Jones et al. 1995).

Bei Durchsicht der Literatur sollte besonders auf Beiträge zum Verhalten der Kraniodynamik geachtet werden. Der An-

satz des Clinical Reasoning ist derzeit noch immer der beste. Zum Nachweis der Wirksamkeit der Behandlung des Schädelgewebes sind weitere Forschungsarbeiten, wahrscheinlich mit experimenteller Studienanordnung, erforderlich.

■ Literatur

Das umfangreiche Literaturverzeichnis fordern Sie bitte per Fax bei der Redaktion Manuelle Therapie unter (+49) 0711 / 8931 201 an.

H. J. M. von Piekartz, MSc PT, PT, MT, Dozent IMTA, NOI

Stobbenkamp 10
NL-7630 CP Ootmarsum
E-Mail: harryvonpiekartz@planet.nl