

K. Dörhage<sup>1</sup> · H. Knopf<sup>2</sup> · S. Graumann-Brunt<sup>3</sup> · L. E. Koch<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Praxis für Allgemeinmedizin, Molfsee

<sup>2</sup>Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe, Fürstenfeldbruck

<sup>3</sup>Praxis für Sprachheiltherapie und neurophysiologische Entwicklungsförderung, Buchholz i.d.N.

<sup>4</sup>Praxis für Manuelle Medizin, Eckernförde

# Asymmetrie der Kopfgelenke

## Physiologische Lateralität

Jeden Tag führen Manualmediziner Röntgenuntersuchungen der Halswirbelsäule durch. Die Röntgendiagnostik der Halswirbelsäule [10] wird immer dann notwendig, wenn bei entsprechender Klinik des Patienten und nach einer manualmedizinischen Untersuchung und Funktionsdiagnostik u. a. der Kopfgelenke und der Halswirbelsäule [14] Hinweise auf reversible funktionelle Störungen vorliegen. Abhängig vom Röntgenbefund werden die weiteren manualmedizinischen Behandlungsoptionen geplant.

Jeden Tag fällt uns auf, dass bei den Patienten in unseren Praxen Asymmetrien im Bereich der Kopfgelenke und der Halswirbelsäule zu finden sind. Wir stellten uns die Frage, ob Asymmetrien im Röntgenbild der Halswirbelsäule nur deshalb so häufig zu finden sind, weil wir „kranke“ Patienten untersuchen. Ziel dieser Arbeit ist die Klärung der Frage, ob radiologisch-anatomische Asymmetrien im Bereich der Kopfgelenke und der Halswirbelsäule auch in einem Klientel subjektiv gesunder Probanden zu finden sind.

Hierzu haben wir GWS-Röntgenaufnahmen von 212 Pilotenanwärtern und Piloten der Bundeswehr bewertet. Radiologische Befunde verschiedener Wirbelsäulenabschnitte wurden betrachtet, verglichen und korreliert. Der okzipitozervikalen Übergangsregion galt unsere besondere Aufmerksamkeit. Blockierungen

bzw. myofasziale Störungen in dieser Region haben einen hohen Stellenwert im Krankheitsgeschehen der Wirbelsäule [16] und zeigen Folgepathologien auf [2].

Greenman [8] findet bei den Patienten in seiner manualmedizinischen Praxis häufig vorkommende Symptombilder, die ein bestimmtes Muster aufweisen. Nahezu alle Patienten wiesen Asymmetrien in der Funktion des muskuloskelettalen Systems auf. Die symmetrische Funktion des Bewegungsapparats stelle ein Idealbild dar, das jedoch selten tatsächlich anzutreffen sei.

Einen weiteren Hinweis auf eine Asymmetrie in der Kopfgelenkregion konnten Buchmann u. Bülow [4] bei der manuellen Untersuchung einer Zufallspopulation von neugeborenen Säuglingen finden. Ein Drittel der Neugeborenen zeigte eine Seitenasymmetrie der Kopfgelenkbeweglichkeit. Hintergrund und Bindeglied seien die menschliche Lateralität. Röntgenbilder standen bei den gesunden Säuglingen nicht zur Verfügung.

Abweichungen von einer radiologischen virtuellen Neutralposition des Atlas konnten auch Lohse-Busch u. Kraemer [15] bei einer Analyse zufällig ausgewählter Röntgenbilder von Patienten einer manualmedizinischen Praxis beobachten. Nur bei ca. 0,5% der untersuchten Fälle wurde eine Symmetrie des Atlas beobachtet.

### Probanden

In der Abteilung Radiologische Diagnostik des Flugmedizinischen Instituts der Luftwaffe (FMI) in Fürstenfeldbruck wurden von 1980–2000 bei allen Pilotenanwärtern GWS-Röntgenaufnahmen (■ Abb. 1) in 2 Ebenen durchgeführt. Die Indikation zu diesen Aufnahmen ergab



Abb. 1 ▲ Ganzwirbelsäulenaufnahme

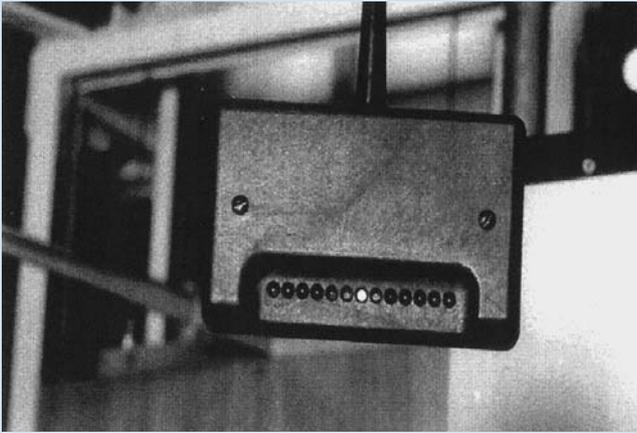


Abb. 2 ▲ Lichtanzeige

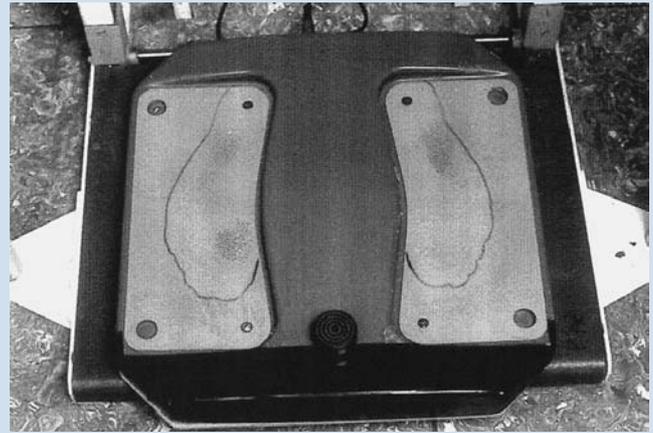


Abb. 3 ▲ Elektronische Waage

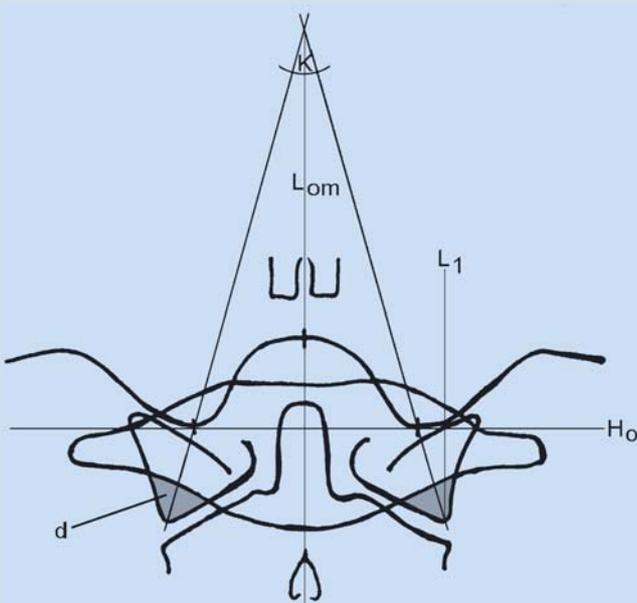


Abb. 4 ▲ Messpunkte Kopfgelenke p.a.-Ansicht. (Mod. nach Gutmann [10], Erläuterungen im Text). *K* Kondylenschnittwinkel, *L<sub>om</sub>* Mittellot, *d* unteres Atlasdreieck, *H<sub>0</sub>* Linie durch die Kondylenspitzen, *L<sub>1</sub>* Lot L1

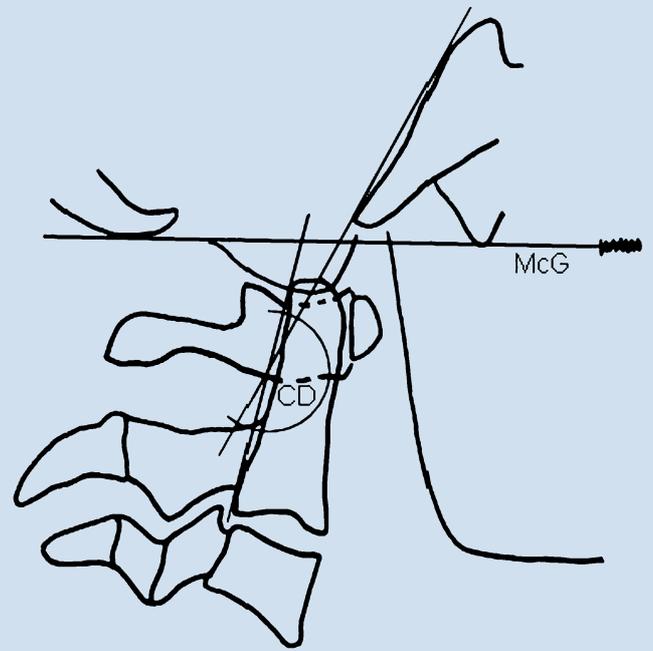


Abb. 5 ▲ Messpunkte Kopfgelenke seitlich. *McG* McGregor-Linie, *CD* Klivus-Dens-Winkel

sich aus präventivmedizinischen und forensischen Gründen. Besonderes Augenmerk wurde hierbei auf angeborene oder degenerative Wirbelsäulenveränderungen im Hinblick auf das besondere Belastungsprofil der Wirbelsäule bei Wehrfliegern und auf mögliche retrospektive Fragestellungen in der Begutachtung gelegt [17]. Weiterhin wurden nach 10 Jahren oder bei mehr als 2000 Flugstunden aus arbeitsmedizinischen Gründen bei den Piloten Röntgenkontrollen der Wirbelsäule durchgeführt. Diese ca. 11.000 Bilder sind im FMI archiviert, wobei in der vorliegenden Arbeit 212 Bilder ausgewertet

wurden. Die Auswahl der einzelnen Fälle erfolgte nach dem Zufallsprinzip. Es wurden jedoch die Röntgenaufnahmen verworfen, bei denen die zu messenden Parameter nicht eindeutig bestimmt werden konnten.

Im Rahmen der Untersuchungen zur Wehrfliegerverwendungsfähigkeit wird eine Vorselektionierung im Hinblick auf sensomotorische Fähigkeiten, Intelligenz und körperliche Belastbarkeit durchgeführt. Die Piloten und Pilotenanwärter sind subjektiv gesund. Die angestrebte Wehrfliegerverwendungsfähigkeit unterliegt einer Vielzahl medizinischer Aus-

schlusskriterien. Nach Durchlaufen eines psychologischen Testverfahrens werden lediglich ca. 2/3 der Bewerber der weiteren körperlichen und radiologischen Untersuchung zugeführt. Nach Ablauf des Untersuchungsumfangs wird nur bei insgesamt 1/3 der Bewerber die Wehrfliegerverwendungsfähigkeit ausgesprochen. Wir haben in dieser Studie nicht nur die Röntgenbilder der ausgewählten Piloten ausgewertet, sondern auch die der später abgelehnten Bewerber betrachtet. Somit kann bei dieser Studie von einem vorselektierten subjektiv beschwerdefreien Klientel ausgegangen werden.

Manuelle Medizin 2004 · 42:122–128  
DOI 10.1007/s00337-004-0293-9  
© Springer-Verlag 2004

K. Dörhage · H. Knopf · S. Graumann-Brunt · L. E. Koch

### Asymmetrie der Kopfgelenke. Physiologische Lateralität

#### Zusammenfassung

Bei Patienten mit funktionellen Störungen im Bereich der Wirbelsäule ist vor einer Manipulation im Bereich der Kopfgelenke eine Röntgenuntersuchung in 2 Ebenen geboten, wobei sich häufig im Bereich der Halswirbelsäule Asymmetrien finden. Die Frage, ob derartige Asymmetrien nur in Röntgenbildern von „kranken Patienten“ zu finden sind oder auch bei einem gesunden Klientel, war zu klären.

Wir haben 212 Ganzwirbelsäulen-(GWS-)Röntgenaufnahmen der Kopfgelenke und Halswirbelsäule subjektiv beschwerdefreier Probanden ausgewertet. Die Variabilität der asymmetrischen Einstellungen der beteiligten Gelenkpartner war groß. Eine Symmetrie in der Stellung von Okziput, Atlas und Axis zueinander konnte nur bei 6% der Fälle gesehen werden. Eine Lateralität von Atlas und Axis nach links, bezogen auf die Schädelbasis, wurde auffällig häufig gefunden.

### Asymmetry of atlanto-occipital joints. Physiologic laterality

#### Abstract

Before initiating manipulative therapy in the region of the atlanto-occipital joints in patients with functional disorders of the spinal column, biplanar X-ray examination is necessary whereby asymmetries are frequently found in the region of the cervical spine. We sought to answer the question of whether such asymmetries are only found in "ill patients" or whether they are also found in healthy subjects.

We evaluated 212 whole spinal column X-rays of the atlanto-occipital joints and cervical spine of test subjects with no subjective complaints. The variability of the asymmetric alignment of the affected joint pairs was large. Symmetry in the positions of the occiput, atlas, and axis could only be observed in 6% of the cases. Laterality of the atlas and axis toward the left in relation to the skull base was found with

Findet sich eine klinische Symptomatik zusammen mit einer funktionellen Störung der Kopfgelenke, ist diese radiologisch-anatomische Asymmetrie zur Planung der adäquaten manuellen Therapie wegweisend.

Bei der weiteren statistischen Auswertung der Einzelmessungen und Korrelationen wurde eine hohe Signifikanz eines Foramen arcuale mit einer Atlasbogenschlussstörung gefunden. Wird ein Foramen arcuale beobachtet, findet sich signifikant häufig eine symmetrische Atlaseinstellung.

#### Schlüsselwörter

Asymmetrie · Atlas · Atlasbogenschlussstörung · Axis · Foramen arcuale · Individueller Haltungsstereotyp · Lateralität · Normvarianten der Wirbelsäule

conspicuous frequency. If clinical symptoms accompany functional disturbance of the atlanto-occipital joints, this radiologic-anatomic asymmetry is significant for planning appropriate manual therapy.

Further statistical analysis of the individual measurements and correlations revealed high significance for ponticulus posticus with a disorder of the atlantal arch. If ponticulus posticus is observed, the incidence of symmetric atlas position is significantly high.

#### Keywords

Asymmetry · Atlas · Disorder of atlantal arch · Axis · Ponticulus posticus · Individual posture stereotype · Laterality · Normal variations of spinal column

## Röntgenaufnahmetechnik

Bei den Probanden des Untersuchungskollektivs wurden GWS-Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen im Stehen angefertigt [1, 12]. Hierzu wurde ein spezielles Rasterwandstativ mit Benutzung von 30×90-cm-Kassetten verwendet. Der Film-Fokus-Abstand betrug 3 m. Die Kontrolle der gleichmäßigen Belastung erfolgte mit einer elektronischen Waage (■ Abb. 2), welche eine für den Patienten sichtbare Lichtanzeige (■ Abb. 3) steuerte. Die Gleichbelastung beider Beine wurde durch das Aufleuchten des in der Mitte gelegenen Leuchtpunkts angezeigt.

„Bei der visuellen Einstellung des Kopfes und des Körpers handelt es sich um eine Integrationsleistung des Gesamtsystems unter Einschluss des Gleichgewichtsorgans. Gemeinsam stellen diese Reflexe (Ergänzung: Augen- und Labyrinth-Kopfstell-Reflexe) sicher, dass die Position des Kopfes immer über der Mittellinie bleibt, auch wenn andere Teile des Körpers sich in andere Richtungen bewegen, sowohl aktiv als auch passiv herbeigeführt“ [7]. Das entstandene Röntgenbild zeigt eine durch die Waage und die Ausrichtung auf die Lichtanzeige beeinflusste Stellung. Sie gibt nicht zwingend die für den Patienten funktionell bedingte Einstellung wieder. Somit wird durch die technische Bedingung der Aufnahme der für den Patienten typische Haltungsstereotyp [10] im Röntgenbild möglicherweise verändert abgebildet. Eine Unterscheidung zwischen anlagebedingter Asymmetrie und durch Bewegungsmuster funktionell bedingter Asymmetrie kann somit aufgrund des „Waageeffekts“ nicht sicher durchgeführt werden [9].

## Messpunkte und Röntgenbefunde

Die Asymmetrie wurde als messbare Abweichung eines Parameters von einer virtuellen Neutralposition bewertet. Hierbei benutzten wir das Messverfahren nach Gutmann [10]. Die Kondylensymmetrie wurde mittels Umkehrpausenverfahren festgelegt. Die Distanz zwischen den Kondylenspitzen wurde zwischen den am weitesten kaudal gelegenen Anteilen der Kondylen gemessen. Die Rotation des Kopfes wurde durch die Ab-

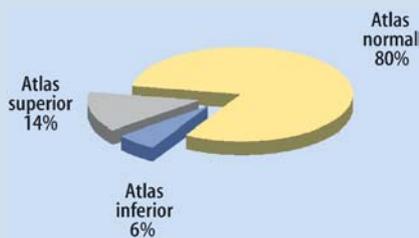


Abb. 6 ▲ Stellung des Atlas in der seitlichen Ansicht

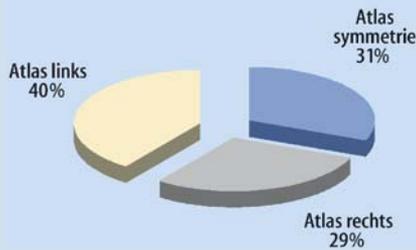


Abb. 7 ▲ Atlasseitverlagerung



Abb. 8 ▲ Axisseitverlagerung

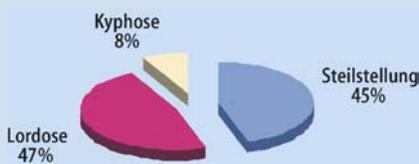


Abb. 9 ▲ Statik der HWS seitlich

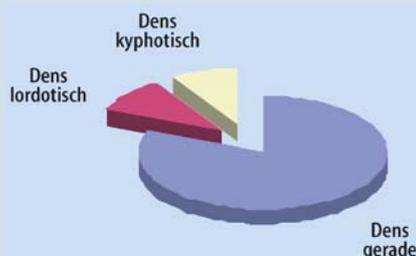


Abb. 10 ▲ Densformen

weichung der Mitte der Inzisiven in horizontaler Richtung im Verhältnis zur Protuberantia occipitalis externa bewertet. Die Rotation des Atlas wurde durch die Seitendifferenz der unteren Atlasdreiecke d bewertet, welche nach Gutmann zwischen unterem Atlaseckpunkt und unterem Bogenschnittpunkt liegen [10]. Die Höhe der Massae lateralis wurde im Lot L<sub>1</sub> gemessen. Der Kondylenschnittwinkel K wird durch die 2 Linien gebildet, welche durch die kaudolateralen Massae-lateralis-Spitzen und die Kondylenspitzen verlaufen. Die kürzeste Distanz zwischen Kondylenspitze und Axischulter wurde bestimmt. Die horizontale Verschiebung des Processus spinosus C2 vom Mittellot (L<sub>om</sub>) wurde zur Bewertung der Rotation C2 herangezogen. Unter Offset von C2 zu Co wurde die Lateralität des Dens axis vom Mittellot (L<sub>om</sub>) gewertet. Die Kopfseitneigung wurde durch die Ausrichtung der H<sub>0</sub>-Linie bestimmt. Abweichungen von der Horizontalen <2° wurden nicht als Kopfseitneigung bewertet (■ Abb. 4).

Die Linie durch die dorsale Begrenzung des Klivus und die Linie, die an die Hinterkante des Dens axis und Denskörpers gelegt werden kann, bilden den Klivus-Dens-Winkel (■ Abb. 5). Nach Einzeichnen der Palatosubokzipitallinie (McGregor-Linie; [6]) wurde das Lot auf die Densspitze gelegt und gemessen. Die At-

lasstellung in der seitlichen Aufnahme wurde auf die McGregor-Linie bezogen. Als Normalstellung wurde die parallele Einstellung der Längsachse des Atlas (Atlasebene) zur obigen Linie bewertet. Die Inferiorstellung wurde als Linienkonvergenz nach dorsal definiert, die Superiorstellung als Linienkonvergenz nach ventral (■ Abb. 5).

### Ergebnisse

Die Atlasstellung im seitlichen Strahlengang zeigte bei 80,5% der Fälle (161) eine parallele Einstellung zur McGregor-Linie. Bei 13,5% der Fälle (27) fand sich eine Superior-, bei 6% (12) eine Inferiorstellung (■ Abb. 6).

### Atlasseitverlagerung im a.p.-Strahlengang

Die Bestimmung des Kondylenschnittwinkels dient der Ermittlung der Atlasseitverlagerung. Der Kondylenschnittwinkel liegt hierbei kontralateral zur Atlasseitverlagerung. Eine Atlasseitverlagerung nach links (Kondylenschnittwinkel rechts) konnte bei 85 Fällen (40,1%) gefunden werden. 61 Fälle (28,8%) zeigen eine Atlasseitverlagerung nach rechts (Kondylenschnittwinkel links). Keine Atlasseitverlagerung wurde bei 66 Fällen (31,1%) gesehen (■ Abb. 7).

### Axisseitverlagerung im a.p.-Strahlengang

Unter Offset zu Co wird die Axisseitverlagerung verstanden. Eine Seitverlagerung nach links wurde in 67 Fällen (31,6%) beobachtet, die Seitverlagerung nach rechts in 46 Fällen (21,7%). Keine Seitverlagerung wurde bei 99 Fällen (46,7%) gesehen (■ Abb. 8).

### Statik der HWS im seitlichen Strahlengang

Bei 47,1% (96 Fälle) wurde eine Lordosestellung beobachtet, bei 16 Fällen (7,8%) eine Kyphosestellung und bei 92 Fällen (45,1%) eine Steilstellung (■ Abb. 9).

Die Form des Dens axis wurde bei 171 Fällen (81,0%) als gerade bewertet. Bei 22 Fällen (10,4%) fand sich eine Lordose und bei 18 Fällen (8,5%) eine Kyphosestellung (■ Abb. 10).

Bei 15% der Fälle (31) wurde ein Foramen arcuale gefunden (■ Abb. 11). Eine Atlasbogenschlussstörung wurde bei 1,9% (4 Fälle) gesehen (■ Abb. 12). Statistisch auffällig ist das Auftreten eines Foramen arcuale (■ Abb. 11) in Verbindung mit dem Auftreten einer Atlasbogenschlussstörung. Beide korrelieren hoch signifikant (0,19, Signifikanz 0,006). Ebenso hochsignifikant korreliert das Vorhandensein eines Foramen arcuale mit einer „mittigen“ At-



Abb. 11 ▲ Foramen arcuale

lasstellung (Korrelationskoeffizient 0,24). Es wurde ferner beobachtet, dass das Vorhandensein eines Foramen arcuale und eine Axisrotation (entweder rechts oder links) eine statistische Häufigkeit im Sinne einer Tendenz (Korrelationskoeffizient 0,13) aufweisen.

### Weitere statistische Auswertungen, Korrelationen

Eine Symmetrie in der Stellung von Okziput, Atlas und Axis zueinander wurde bei 6% der Fälle gesehen.

Die Kopffrotation und die gleichseitige Atlasrotation korrelieren höchst signifikant (Korrelationskoeffizient 0,40, Signifikanz 0,000). Ebenso zeigen die Kopffrotation und die gleichseitige Axisrotation eine höchst signifikante Korrelation (Korrelationskoeffizient 0,14, Signifikanz 0,001).

Das Auftreten einer Rotation des Kopfes in Verbindung mit einer gleichseitigen Axisseitverlagerung (Axisoffset) zu Co wurde statistisch signifikant häufig beobachtet (Korrelationskoeffizient 0,13, Signifikanz 0,039).

Hinsichtlich Stellung Atlas und Axis zueinander und zu den Kondylen stehen bei 17,9% der Fälle Atlas und Axis mittig. Die Axisseitverlagerung (Offset zu Co) korreliert negativ höchst signifikant (Signifikanz 0,000) mit der seitliche Abweichung des Kondylenschnittwinkels (Korrelationskoeffizient -0,32). Somit korreliert eine Axisseitverlagerung höchst signifikant mit einer gleichseitigen Atlasseitverlagerung.

Bezüglich Rotation Kopf, Axis und Atlas zueinander wurde bei 27,8% der Fälle keine Rotation gegeneinander beobachtet. Alle anderen Fälle (72,2%) sind in der



Abb. 12 ▲ Atlasbogenschlussstörung

Drehung auffällig asymmetrisch. Hierbei wurde die Seitverlagerung des Axis oder Atlas zum Okziput nicht berücksichtigt.

Eine Axisseitverlagerung (Axisoffset zu Co) korreliert höchst signifikant mit einer gleichseitigen Rotation von C2 (Korrelationskoeffizient 0,19, Signifikanz 0,003, n=209).

Mit Zunahme der Lordose des Dens axis nimmt statistisch betrachtet die Höhe des Dens axis zu.

### Diskussion

#### Physiologische Lateralität im Bereich der Kopfgelenke

Bei den von uns untersuchten Röntgenbildern eines subjektiv gesunden Klientels wurde die Asymmetrie (94%) im Bereich der Kopfgelenke auffällig häufiger als die Symmetrie (6%) gefunden. Die Variabilität der verschiedenen asymmetrischen Einstellungen der Gelenkpartner (Co-C1-C2) war groß und folgte keinem Muster. Andere Autoren können diese Asymmetrien im Bereich der Kopfgelenke bestätigen: So fanden Lohse-Busch u. Kraemer [15] nur bei 0,5% der untersuchten Fälle keine Abweichung des Atlas von einer virtuellen Neutralposition. Es handelte sich hierbei um eine Analyse zufällig ausgewählter Röntgenbilder eines Patientenkollektivs in einer manualmedizinischen Praxis. Einen weiteren Hinweis auf eine Asymmetrie in der Kopfgelenkregion konnten Buchmann u. Bülow [4] bei der manuellen Untersuchung einer Zufallspopulation neugeborener Säuglinge finden. Ein Drittel der Neugeborenen zeigte eine Seitenasymmetrie der Kopf-

gelenkbeweglichkeit auf. Hintergrund und Bindeglied sei die menschliche Lateralität. Röntgenbilder standen bei den gesunden Säuglingen nicht zur Verfügung.

Eine asymmetrische Einstellung des Kopfes und der Halswirbelsäule sehen wir in der täglichen Praxis bei ca. 80% aller Säuglinge im Alter bis zu 3 Monaten. Die meist beobachtete Einstellung ist die Rechtsrotation und Linksseitneigung des Köpfchens. Treten keine weiteren Pathologien (auffälliges Schreien, Trinkschwäche, Schlafstörungen...) auf, beobachten wir beim Großteil der Säuglinge eine spontane Remission des Befundes. Die Ursache für diese Asymmetrie ist nicht geklärt. Lagevarianten in utero, persistierende frühkindliche Reflexe oder Einwirkungen auf die obere Halswirbelsäule im Rahmen der Geburt werden ebenso diskutiert wie andere postpartale Einflüsse. So wird beispielsweise in den meisten Kulturen das Kind auf dem linken Arm der Mutter getragen, welches die Einstellung des Köpfchens in der oben beschriebenen Form fördert.

Die in dieser Arbeit auffällig häufig gefundene Seitverlagerung von Atlas und Axis nach links, bezogen auf die Schädelbasis, ist hinsichtlich der Ursache ebenso ungeklärt (■ Abb. 7 und 8).

Die bei unserem subjektiv gesunden Patientenkollektiv gefundene Asymmetrie kann als individuelle physiologische Lateralität betrachtet werden. Sie stellt sich allein keine Pathologie dar.

#### Asymmetrie mit Pathologie

Findet sich jedoch eine klinische Symptomatik (z. B. Kopfschmerz, Schwindel) zusammen mit einer funktionellen Störung der Kopfgelenke, ist die radiologisch-anatomische Asymmetrie zur Planung einer adäquaten manuellen Therapie wegweisend. In der täglichen manualmedizinischen Praxis fällt bei der Patientenuntersuchung häufig bei Durchführung des Funktionstests der isolierten Kopfgelenkbeweglichkeit [14] eine Einschränkung in der Linksrotation des Kopfes in Anteflexion der Halswirbelsäule auf. Diese funktionelle Linksasymmetrie korreliert jedoch nicht mit der im Röntgenbild festgestellten anatomischen Stellung der Kopfgelenke.

Greenman [8] findet bei Patienten mit Schmerzen an der Halswirbelsäule Nackensteife und einseitigen Kopfschmerzen vom Okziput in die Retroorbitalregion ausstrahlend ein „zervikokraniales Syndrom“. Die Beschwerden seien auch ohne Trauma infolge einer chronischen posturalen Dysbalance zu bewerten. Zur Frage der klinischen Relevanz von Asymmetrien des muskuloskeletalen Systems berichtet Greenman, dass Patienten, deren Dysfunktionen/Asymmetrien den jeweiligen häufig vorkommenden Mustern nicht entsprechen, über Beschwerden klagen.

### Genetische Ursache

Eine genetische Ursache der Asymmetrie muss in Betracht gezogen werden. In der täglichen Sprechstunde fällt auf, dass die anatomisch-radiologischen Befunde von z. B. Großvater, Vater und Sohn gleiche Asymmetrien aufzeigen. Hier könnte eine Kodierung hinsichtlich der anatomischen Anlage der Lateralität der Kopfgelenkpartner auf dem Geschlechtschromosom hinsichtlich der gleichgeschlechtlichen Ähnlichkeiten postuliert werden. Die anterior-posteriore, dorsoventrale und Links-rechts-Achse des Wirbeltierbauplans werden früh in der Embryonalentwicklung festgelegt, Genetische Transkriptionsfaktoren spielen hierbei eine große Rolle [18]. Christ [5] berichtete auf dem Kongress der EWMM in Zürich 2001, dass ein Überkreuzen von Zellen des Neuralrohrs bei intakter Chorda dorsalis noch nie beobachtet wurde. Erst wenn man diese Struktur operativ entfernt, kommt es zur Zellwanderung von rechts nach links.

### Aspekte hinsichtlich der Wehrfliegerverwendungsfähigkeit

Im Hinblick auf die Auswahl von Piloten der Bundeswehr und deren weiterer flugmedizinischer Betreuung hinsichtlich des Erhaltes oder Verbesserung der Einsatzfähigkeit sei an dieser Stelle auf die Bedeutung der Kopfgelenkregion hingewiesen. Jetpiloten sind heutzutage zeitweise mehrfachen G-Belastungen ausgesetzt, wobei gerade die Halswirbelsäule besonders belastet wird. Diese Problematik wird zusätzlich durch das in der Kopfregion platzierte Gewicht (Tragen eines Helms) für die

obere Halswirbelsäule erschwert. Diese Region hat eine große Bedeutung für das Lageempfinden im Raum. Der Muskulatur der kurzen Nackenstrecker mit einer ungewöhnlich hohen Rezeptordichte [19] und direkten Afferenzen u. a. zu den Vestibulariskernen [11] wird die Qualität eines Gleichgewichtsorgans zugesprochen. Kommt es zu Störungen in dieser Region, wird das Lageempfinden im Raum reduziert bzw. gestört, da die afferenten Engramme der anderen Sinnesorgane in den Vestibulariskernen mit denen des Nackenrezeptorenfeldes korreliert werden. Durch andauernde Belastungen hinsichtlich des Flugprofils eines Piloten in der oberen Halswirbelsäule kommt es häufig zur Ermüdung der stabilisierenden Muskulatur im zervikookzipitalen Übergang mit Folgepathologien wie z. B. Muskelhartspann. Ein „Störfall“ in dieser Region ist für einen Jetpiloten, der aufgrund der Flugbelastungen bereits in seiner Vigilanz und Motorik eingeschränkt ist, eine erhebliche Gefährdung, da er im Einsatz andere schnellbewegliche Kontakte in der Luft und Kontakte auf dem Boden zu beobachten hat.

Als Fallbeispiel für den Zusammenhang zwischen verschiedenen Sinnesorganen, der Hirndurchblutung und Störungen im zervikookzipitalen Übergang sei von einem Piloten berichtet, der unter G-Belastung eine okzipitale Ischämie mit Gesichtsfeldausfall in Form einer blendenartigen seitlichen Gesichtsfeldeinengung entwickelte, wobei seit Tagen eine bestehende Halswirbelsäulenfehlhaltung mit Blockierung bestand [13]. Dieses Beispiel zeigt eine mögliche „Aufschaukelung“ verschiedener Symptome zu einer schwerwiegenden, die Flugfähigkeit des Piloten akut bedrohenden Symptomatik. Umso mehr muss bei der Auswahl der Piloten auf strukturelle radiologisch-anatomische Besonderheiten auch im Bereich der Kopfgelenke geachtet werden. Einer Kyphosierung der HWS als Asymmetrie in der sagittalen Betrachtungsweise ist aus unserer Sicht stets Beachtung zu schenken, diese ist als kritisch hinsichtlich möglicher Folgepathologien einzustufen.

Aufgrund der oben dargestellten Zusammenhänge ist weiterhin der orthopädischen Untersuchung der Kopfgelenkregion einschließlich einer funktionellen Untersuchung der oberen Halswirbelsäule

le sowie der Röntgendiagnostik große Bedeutung beizumessen.

### Foramen arcuale und Atlasbogenschlussstörung

Das Vorhandensein eines Foramen arcuale korrelierte hochsignifikant mit einer Atlasbogenschlussstörung. Diese Beobachtung ist bisher noch nicht beschrieben und diskutiert worden. Eine Anlagestörung des Atlas wie die Atlasbogenschlussstörung konnte von Biedermann u. Sacher [3] auch im Zusammenhang mit anderen Besonderheiten in der lumbosakralen Übergangsregion und im Bereich des Femurs gesehen werden. Möglicherweise handelt es sich bei einem Foramen arcuale ebenso um eine Anlagestörung.

### Foramen arcuale und Atlässymmetrie

Wird ein Foramen arcuale gesehen, findet sich signifikant häufig ein mittelständiger Atlas. Als Erklärung könnte eine Verkalkung des Lig. atlantooccipitale posterius vermutet werden, wobei ein dadurch entstehender mechanischer Einfluss auf die Mittelstellung des Atlas einwirkt. Möglicherweise lässt die Kalzifizierung des beschriebenen Ligaments wenig Mobilität des Atlas zu.

### Übereinstimmung mit bekannten anatomischen Einstellungen

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigen im Wesentlichen Übereinstimmungen mit der in der Literatur beschriebenen Anatomie (Stellung der Gelenkpartner zueinander). Als Beispiel dafür sei die Relation zwischen der Kopfseitneigung und der gleichseitigen Atlasseitverschiebung (statistische Auswertung: Kopfseitneigung/Kondylenschnittwinkel höchst signifikante negative Korrelation) angeführt. Aber auch nicht so offensichtliche Zusammenhänge wurden sichtbar. Dafür sei als Beispiel die statistische Tendenz angeführt, die wir für den Zusammenhang zwischen Vergrößerung des Klivus-Dens-Winkels und der (im seitlichen Bild zu erkennenden) Atlas-Inferior-Stellung fanden. Es handelt sich um das von Gutmann [10] beschriebene Phänomen beim Kopfbeugen.

### Korrespondierender Autor

Dr. K. Dörhage

Hamburger Landstr. 26a, 24131 Molfsee  
E-Mail: dokdoe@aol.com

**Interessenkonflikt:** Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen.

### Literatur

1. Bähren W et al. (1992) Toleranzgrenzen der gesunden männlichen Wirbelsäule. *Röntg Prax* 45:87–94
2. Biedermann H (1999) Biomechanische Besonderheiten des occipito-cervicalen Überganges bei Kleinkindern. In: Biedermann H (Hrsg) *Manualmedizin bei Kindern*. Enke, Stuttgart
3. Biedermann H, Sacher R (2002) Formvarianten des Atlas als Hinweis auf morphologische Abweichungen im Lenden-, Becken- und Hüftbereich. *Man Med* 40:330–338
4. Buchmann J, Bülow B (1989) Asymmetrische frühkindliche Kopfgelenkbeweglichkeit, Bedingungen und Folgen. Springer, Berlin Heidelberg New York
5. Christ B (1999) Die Entwicklung der oberen Halswirbelsäule. In: Biedermann H (Hrsg) *Manualmedizin bei Kindern*. Enke, Stuttgart
6. Dihlmann et al. (1987) *Gelenke-Wirbelverbindungen*. Thieme, Stuttgart, S 529
7. Goddard S (2000) Greifen und Begreifen, 2. Aufl. VAK, Freiburg, S 52
8. Greenman P (1998) *Lehrbuch der osteopathischen Medizin*. Haug, Heidelberg, S 577
9. Gutmann G (1992) *Funktionelle Pathologie und Klinik der Wirbelsäule*, Bd 3, Teil 1. Gustav Fischer, Stuttgart New York, S 197
10. Gutmann G (1981) *Funktionelle Pathologie und Klinik der Wirbelsäule*, Bd 1, Teil 1. Gustav Fischer, Stuttgart New York
11. Jansen J (1993) Symptomatik nach Verletzungen der oberen Halswirbelsäule. *Nervenheilkunde* 12:230–232
12. Karmann B (1990) Vergleichende radiologische Untersuchungen über metrische und degenerative Wirbelsäulenerkrankungen bei Hubschrauberpiloten. Dissertation
13. Knopf H (2003) Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe, persönliche Mitteilung
14. Koch LE, Korbmacher H, Kahlnieke B (2003) Messmethode zur Darstellung der isolierten Kopfgelenkbeweglichkeit bei Kindern und Erwachsenen. *Man Med* 41:30–32
15. Lohse-Busch H, Kraemer M (1994) *Atlas-therapie nach Arlen - heutiger Stand*. *Man Med* 32:153–161
16. Lewit K (1992) *Manuelle Medizin*, 7. Aufl. Barth, Heidelberg Leipzig
17. Schwab R (1994) Untersuchungen über röntgenologisch nachweisbare Wirbelsäulenveränderungen gesunder junger Männer. Dissertation
18. Schweikert A (1999) Spezifizierung der Körperachsen: Die Rolle von Homeobox-Transkriptionsfaktoren der gooseoid und Pitx-Genfamilien während der frühen Embryogenese der Wirbeltiere. Dissertation, Universität Karlsruhe
19. Voss H (1971) Tabelle der absoluten und relativen Muskelspindelzahlen der menschlichen Skelettmuskulatur. *Anat Anz* 129:562–572

### R. Weissleder, M. J. Rieumont, J. Wittenberg Kompendium der bildgebenden Diagnostik

Wien, New York: Springer-Verlag 2003, 812 S.,  
(ISBN 3-211-83615-2), 128,00 EUR

Auf der Suche nach einer Methode, mit der man sich leichter das umfangreiche Wissen des großen radiologisch-diagnostischen Stoffgebietes merken kann, stellten Weissleder und seine Mitautoren die wichtigsten Fakten, Daten und Skizzen zusammen, um damit eine Basis für die radiologische Weiterbildung und die "gefürchtete Facharztprüfung" zu legen. Die Stoffauswahl ist sicher geprägt durch das Massachusetts General Hospital (MGH), aber es wird sehr darauf geachtet, dass die Bedürfnisse des Radiologen in der Ausbildung berücksichtigt werden.

Das Buch ist das Ergebnis einer Daten- und Informationssammlung über 5 Jahre. Es hat sein oben genanntes Ziel erreicht, denn nach den Aussagen von Puig hatten bei den Kursen des Armed Forces Institute of Pathology (AFIP) fast alle Teilnehmer ihren „Weissleder“ unter dem Arm. Da ein solches Buch im deutschsprachigen Raum nicht vorhanden ist, entschloss sich Stefan Puig dazu, dieses Buch ins Deutsche zu übertragen, wobei er auf die Hilfe und Mitwirkung mehrerer Fachkolleginnen und -kollegen zurückgreifen konnte.

Das Buch ist meisterlich geschrieben und von einer ungeheuren Dichte. Es gelang Weissleder und Mitarbeitern, auf wenigen Seiten alle wesentlichen Informationen zu dem jeweiligen Problemkreis zusammenzutragen, mit vielen wichtigen Detailangaben über Krankheitsursachen, klinische Symptome, radiologische Symptome, radiologische Kriterien, normale Anatomie und Variationen und nicht zuletzt die Differentialdiagnosen.

Neben den Kapiteln über Thorax, Herz, Gastrointestinaltrakt, Urogenitaltrakt, muskuloskelettalem System, Neuroradiologie, Hals-Kopf-Region, Gefäßdiagnostik, Mammadiagnostik, pränatale Diagnostik und Kinder-radiologie finden sich einschlägige Kapitel über Nuklearmedizin, Kontrastmittel und Röntgenphysik, einschließlich Ultraschall und Kernspintomographie sowie Strahlenbiologie und Statistik.

Es ist ein bewundernswertes Buch mit vielen Skizzen, Schemazeichnungen, Grafiken und Tabellen. Dieses Buch kann man natürlich nicht in einem durchlesen, sondern man muss

es Seite für Seite hart erarbeiten. Es wird sicherlich auch im deutschsprachigen Raum die Grundlage werden zur Vorbereitung für die radiologisch-diagnostische Facharztprüfung. Man kann dieses Buch und die Übersetzungsarbeit von Puig nur bestens empfehlen. Es ist jedoch nicht nur für die Kollegen in der Weiterbildung geeignet, sondern auch für „reife Fachärzte“, die in diesem übersichtlichen Werk sich schnell und umfassend orientieren und informieren können.

G. van Kaick (Heidelberg)