

J. R. Weingart · H.-P. Bischoff · Argentalklinik, Fachklinik für konservative Orthopädie und Rheumatologie, Isny-Neutrauchburg

Farbcodierte Duplexsonographie der A. vertebralis

Abhängigkeit von Rotation und Traktion des Kopfes

Zusammenfassung

Mit Hilfe der farbcodierten Duplexsonographie wird die maximale Strömungsgeschwindigkeits- und die Gefäßdurchmesseränderung der A. vertebralis im Atlasschleifenbereich untersucht. Dies erfolgt in 0°-Position sowie bei 45°- und 90°-Rotation des Kopfes jeweils an der der Rotation abgewandten Seite. Erstmals konnte der Versuchsaufbau so konzipiert werden, daß in diesen Positionen eine zusätzliche Traktion von 10 kg auf den Kopf übertragen wurde und eine gleichzeitige Messung der A. vertebralis erfolgte. Es konnten keine signifikanten Änderungen nachgewiesen werden, was maximale Strömungsgeschwindigkeit oder Gefäßdurchmesser betrifft, sowohl hinsichtlich Rotationsänderung oder bei zusätzlicher Traktion von 10 kg.

Schlüsselwörter

A. vertebralis · Chirotherapie · Kopffrotation · Kopftraktion · Farbcodierte Duplexsonographie

Die Analyse der manualmedizinischen Literatur über die Durchblutung der A. vertebralis zeigt, daß an jahrzehntealten Untersuchungsergebnissen festgehalten wird [3, 5–7, 16]. So werden insbesondere die Arbeiten von Fielding [4] und Stevens [11] zitiert. Deren Ergebnisse zeigen Drosselung oder gar Unterbrechung des Blutflusses in der der Rotation abgewandten Seite der A. vertebralis.

Zwischenzeitlich wurde mit modernen Untersuchungsverfahren und klar definiertem Versuchsaufbau die A. vertebralis von verschiedenen Zentren in der BRD [15], Kanada und England [13] untersucht und festgestellt, daß die A. vertebralis unabhängig von dem Grad der Rotation, Traktion oder Seitneigung gleichmäßig durchströmt wird. Dies findet jedoch kaum Eingang in die Grundlagenwerke der Manualmediziner. Weiterhin überrascht, daß neben dieser Zitiergewohnheit auf Jahrzehnte zurückliegende angiographische Studien der A. vertebralis an Leichen verwiesen wird und mit Hilfe dieser widersprüchlichen Ergebnisse [2, 14] auf hämodynamische Prozesse an lebenden Menschen geschlossen wird [12].

Ziele der Untersuchung

Erstes Ziel der vorliegenden Untersuchung war, erstmalig mit Hilfe der farbcodierten Duplexsonographie die A. vertebralis bei Rotation und Traktion hinsichtlich Änderung im Durchmesser und Änderung der Strömungsgeschwindigkeit zu untersuchen.

Das 2. Ziel war, frühere Untersuchungen [4, 11] hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Haltbarkeit mit modernsten Geräten zu überprüfen. Unsere Arbeitshypothese ist, daß manualtherapeutisch relevante Positionen und Traktionen des Kopfes zu keiner Durchblutungsänderung der A. vertebralis führen.

Das 3. Ziel bestand darin, durch Konstruktion von einem Rotations- und zugleich Traktionsgerät die Versuchsanordnung so zu gestalten, daß eine permanente Durchmesserermittlung während einer zunehmenden Traktion und Rotation von 0 auf 10 kg möglich war. Damit sollte erstmalig die permanente Darstellung und Beobachtung während der Änderung einer dynamischen Versuchsgrößeneinheit möglich werden.

Bei dieser Studie handelt es sich also um eine Grundlagenuntersuchung der A. vertebralis, konzentriert auf die manualmedizinischen Fragestellungen der Folgen von Kopffrotation und -traktion auf die Gefäßdurchblutung.

Material und Methode

Untersucht wurden 20 gesunde Probanden (10 weibliche und 10 männliche). Die Altersverteilung des weiblichen Kollektivs variierte zwischen 22–34

Dr. J. R. Weingart
Waldburg-Zeil Kliniken, Argentalklinik,
Fachklinik für konservative Orthopädie und
Rheumatologie, D-88316 Isny-Neutrauchburg

Colour-coded duplex Dopplersonography of the vertebral artery during rotation and traction of the head

Abstract

By the method of the colour-coded duplex Dopplersonography the maximal velocity of flow and the diameter of the vertebral artery are measured on the level of the atlantal loop. 3 different head positions were examined, namely positioning at 0°, 45° and rotation and 90° rotation of the head. The measurements are taken on the contralateral side of the rotation. The study concept was drafted, to measure in the above described positions. For the first time it was possible to measure the vertebral artery during the whole phase of an increasing traction of the head till 10 kg.

No significant change for the velocity of flow and the diameter of the vertebral artery was detected regardless whether the head position or the traction of the head.

Key words

Vertebral artery · Chirotherapy · Headrotation · Headtraction · Colour coded duplex Dopplersonography

(Durchschnittsalter 28, Standardabweichung 4,3) Jahren, die des männlichen variierte von 24–47 (Durchschnittsalter 32, Standardabweichung 6,8) Jahren. Voraussetzungen, in der Studie aufgenommen zu werden, waren

- keinerlei klinische Zeichen oder Symptome für eine zentrale oder periphere Gefäßerkrankung;
- Nichtvorhandensein von Risikofaktoren für Gefäßerkrankungen wie z. B. Diabetes mellitus, arterielle Hypertonie, Hypercholesterinämie;
- normale Dopplerparameter in Standardposition für die Aa. carotis communis, carotis interna, carotis externa, vertebralis (Abb. 1).

Bei allen Probanden wurden die A. vertebralis zuerst rechts-, dann linksseitig mit einem 5-MHz-Linearschallkopf angeschallt. Mit dem verwendeten Gerät (Ultramark 9) war eine farbcodierte Duplexsonographiedarstellung möglich.

Zur Durchführung der Versuchsreihe wurde ein Fixationsgerät entwickelt, auf welchem der Kopf in 0°, 45° und endgradiger Rotation positionierbar war (Abb. 2). Die endgradige passive Ro-

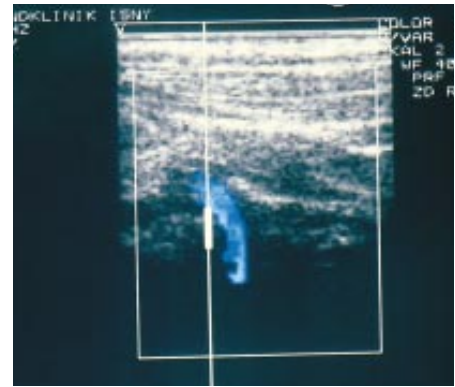


Abb. 1 ► Farbdopplerbild der A. vertebralis im Atlasschleifenbereich

tation variierte interindividuell gering im Bereich von 85–95°. Ein weiteres Erfordernis war, auf den Kopf eine cranial gerichtete Traktion von 10 kg ausüben zu können, bei ansonsten fixiertem Körper. Letzteres erfolgte über eine Fixierung des oberen Thoraxes und der Schultern, um ein kraniales Gleiten zu verhindern. Der Meßvorgang wurde in folgender Reihenfolge durchgeführt:

Meßvorgang in 0°-Position (Abb. 3)

- Proband lag in 0°-Position auf dem Rücken.
- Der Kopf wurde fixiert auf dem oben beschriebenen Gerät, welches nach kranial und kaudal gleiten konnte.
- Darstellung der Aa. carotis communis, carotis interna und externa (zuerst rechte, dann linke Seite).
- Darstellung der A. vertebralis im Bereich Halswirbelkörper 6–2 mit Schallkopfführung von kaudal nach kranial.
- Identifikation der Atlasschleife (beginnend rechte Seite).
- Messung des Gefäßdurchmessers der A. vertebralis im Atlasschleifenbereich. Dabei Durchmesserermittlung zur Innenseite des Gefäßes.

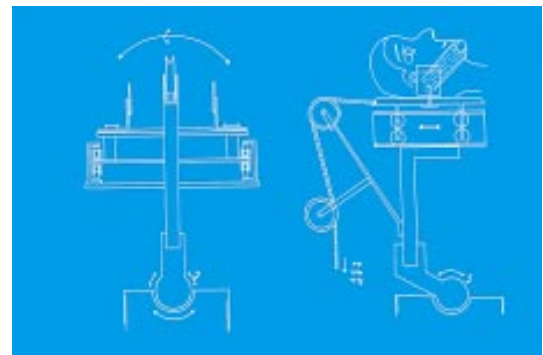


Abb. 2 ► Kopffixationsgerät für Rotations- und Traktionseinstellung

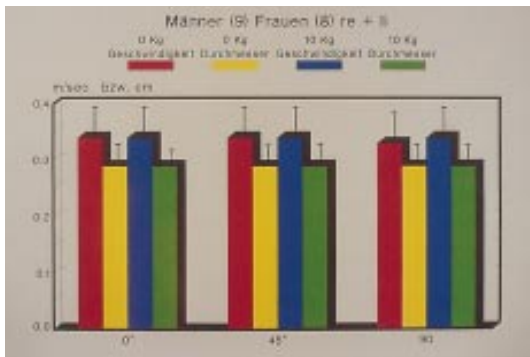


Abb. 3 ◀ Geschwindigkeitsmessung und Durchmesser der A. vertebralis (Farbdoppler): keine signifikante Änderung von Blutfluß und Durchmesser in 0°-Position in Abhängigkeit von Traktion 10 kg

- Ermittlung der maximalen Strömungsgeschwindigkeit im farbmäßig optimalen Strömungsbereich (zentral mittig).
- Im nächsten Schritt vorsichtige Entwicklung der Traktion von 10 kg auf den Kopf bei fixiertem Thorax.
- Permanente Durchmesserbeobachtung während der Traktionsentwicklung.
- Wiederholung der beiden obigen Meßvorgänge unter 10 kg Traktion. Die Messung erfolgt frühestens 60 s nach Traktionsbeginn.

Messung in 45°-Kopfrotation

- Fixation des Kopfes in 45°-Rotation, Messung der A. vertebralis auf der der Rotation abgewandten Seite.
- Durchführung der beiden Meßvorgänge (vgl. oben).
- Entwicklung der Traktion von 10 kg bei 45°-Rotation.
- Durchführung der Meßvorgänge unter Traktion von 10 kg.
- Während der Traktionsentwicklung permanente Durchmesserbeobachtung.
- Messung primär rechts-, dann linksseitig.

Messung in endgradiger Kopfrotation (interindividuelle Schwankung zwischen 85–95°)

- Identische schrittweise Vorgehensweise bei endgradiger Rotation.
- Meßvorgänge wie oben, primär ohne, dann mit Traktion.
- Ebenfalls permanente Durchmesserbeobachtung während der Traktionsentwicklung.
- Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des SPSS-Programms.

Ergebnisse

Probanden

Von den 20 untersuchten Probanden konnte bei 2 Frauen und 1 Mann die Atlasschleife nicht mit letzter Sicherheit während des gesamten Versuchsablaufs ausreichend gut dargestellt werden. Diese 3 Probanden zeigten keine Auffälligkeiten bei der Darstellung der Karotiden und der A. vertebralis im Halswirbelkörperbereich 2–6. Diese 3 Probanden konnten nicht in die Studie aufgenommen werden, wegen Nichterfüllen der Eingangsbedingungen.

In der zugänglichen Literatur kann in 14–24% der Fälle die A. vertebralis im Atlasschleifenbereich nicht mit letzter Gewißheit dargestellt werden ([1] zit. nach Arning). In unserem Kollektiv waren es 15%, wobei keine Untersuchungen vorliegen über die Situation bei 45°- und 90°-Rotation.

Gefäßdurchmesser

Der Gefäßdurchmesser aller Probanden bei allen Meßvorgängen betrug im Durchschnitt 2,9 mm.

Bei den männlichen Probanden 2,925 (Standardabweichung 0,04). Minimal erfaßter Gefäßdurchmesser betrug 2,4 mm, maximal 4,0 mm. Die weiblichen Probanden wiesen einen durchschnittlichen Gefäßdurchmesser von 2,89 mm auf (Standardabweichung 0,03), minimal erfaßter Durchmesser 2,4 mm, maximal 3,3 mm.

Maximale Strömungsgeschwindigkeit

Für die maximal gemessene Strömungsgeschwindigkeit ermittelten wir für das Gesamtkollektiv einen Durchschnittswert von 33,75 cm/s. Für das männliche

Kollektiv fanden wir einen Durchschnittswert von 35,25 mm/s, minimal erfaßter Wert 25, maximal 43 cm/s (Standardabweichung 0,06).

Für das weibliche Kollektiv wurde ein Durchschnittswert von 32,22 cm/s gemessen, bei Maximalwert von 41 und Minimalwert von 22 cm/s (Standardabweichung von 0,06).

Die maximale systolische Strömungsgeschwindigkeit zeigte keine Änderung in Abhängigkeit von Geschlecht, Rotation oder Traktion des Kopfes.

Ebenso war ein signifikanter Anstieg der enddiastolischen Strömungsgeschwindigkeit bei keinem der Meßvorgänge beobachtbar. Die farbliche Darstellung bei allen Meßvorgängen zeigte keine Änderung, welche auf eine Strömungsgeschwindigkeitsänderung hindeuten würde.

Gruppenvergleiche

F-Test. Mit Hilfe des F-Tests wurde primär untersucht, ob die Gruppen vergleichbar seien. Es zeigte sich kein Unterschied.

T-Test. Mit dem T-Test wurde untersucht, ob Unterschiede bestehen zwischen den Geschlechtern, der Rotationsposition und der erfolgten Traktionen. Es konnten keine signifikanten Änderungen beim Gefäßdurchmesser, der maximalen Strömung und der maximalen Strömungsgeschwindigkeit hinsichtlich Geschlecht, Rotation, Traktion oder Rotation mit zusätzlicher Traktion nachgewiesen werden.

Diskussion

Zum Verfahren der Farbduplexsonographie

Sämtliche bisherigen nicht invasiven Untersuchungen der A. vertebralis sind mit Verfahren durchgeführt, mit denen nur hämodynamisch deutlich wirksame Veränderungen erfaßt werden können. Die ersten Untersuchungen, welche einen wissenschaftlich klar nachvollziehbaren Studienaufbau zeigen [12, 14], führen erstmals zu einer Widerlegung der Hypothesen von Fielding und Stevens. Die Farbduplexsonographie stellt ein Verfahren dar, mit dessen Hilfe Gefäßdurchmesserveränderungen einschließlich ihrer hämodynamischen

Auswirkungen „auf einen Blick“ sichtbar gemacht werden können [8]. Das verwendete Gerät (Ultramark 9) entstammt der 2. Entwicklungsgeneration. Dadurch sind minimale hämodynamische Parameteränderungen sowie Durchmesseränderungen meßbar und die Qualität der Aussage deutlich höherwertiger als bei allen vorausgegangenen Untersuchungen zu diesem Thema.

Zur Rotation und Traktion

Die Rotationswinkel von 45° und 90° sowie die Traktion von 10 kg werden gewählt, da sie chirotherapeutisch relevanten Therapiesituationen entsprechen. Dabei wird im Rahmen dieser Untersuchung nicht auf mögliche, noch nicht ausreichend erforschte biomechanische Änderungen der A. vertebralis eingegangen, sondern ausschließlich auf die Gefäßdurchmesseränderung sowie Durchblutungsänderung der A. vertebralis infolge der Rotation und Traktion.

Zum Durchmesser der A. vertebralis

Der Durchmesser der A. vertebralis wird in angiographischen Untersuchungen unterschiedlich angegeben und schwankt zwischen 3,6 und 4,7 mm [2, 14].

Der wesentliche Grund für die Abweichung unserer Werte beruht auf dem gewählten Meßvorgang. Es wird ausschließlich die farbig erkennbare Struktur erfaßt und gemessen. Da bei laminaren Strömungen zur Gefäßwand hin die Strömungsgeschwindigkeit abnimmt oder gegen null gehen kann, erfassen wir diesen Gefäßanteil mit der Farbduplexsonographie nicht. Aus diesem Grunde messen wir das Gefäß schmaler, als es tatsächlich ist.

Zudem werden die angiographischen Messungen in aller Regel nicht an der gleichen Stelle wie in unserer Studie, nämlich an der Atlasschleife, vorgenommen.

Entscheidend an den Ergebnissen dieser Studie ist folgendes:

- Auch mit den verbesserten Untersuchungsverfahren sind signifikante Durchmesseränderungen nicht nachweisbar.

- Erstmals gelingt es, während des dynamischen Prozesses der Traktionsaufnahme bis zur Endtraktion von 10 kg das hämodynamische Verhalten in der A. vertebralis darzustellen, ohne daß dabei diesbezüglich Veränderungen nachweisbar sind.

Zur Strömungsgeschwindigkeit

Die nachgewiesenen maximalen Strömungsgeschwindigkeiten entsprechen den Werten in Gefäßen von derartigem Durchmesser. Für die Duplexsonographie und die Farbdopplersonographie sind direkte und indirekte Kriterien für das Vorliegen von Stenosen ermittelt. Keines dieser Kriterien wird bei den Meßvorgängen erfüllt. (Änderungen der systolischen oder enddiastolischen Strömungsgeschwindigkeit, Änderung des Farbspektrums während der Änderung der Ausgangsbedingungen).

Gruppenvergleiche

Die F- und T-Tests weisen die Vergleichbarkeit der Gruppen aus, sowie keinerlei Änderung signifikanter Art bezüglich Gefäßdurchmesser oder Strömungsgeschwindigkeit bei Änderung der Rotation des Kopfes und einer zusätzlichen Traktion.

Fazit für die Praxis

Möglicherweise haben die früheren Ergebnisse und daraus abgeleiteten Schlüsse dazu beigetragen, chirotherapeutische Komplikationen im Bereich der HWS zu einseitig der Durchblutungsproblematik der A. vertebralis anzulasten. Aufgrund unserer jetzigen und der zurückliegenden Ergebnisse [13, 15] müssen wir schlußfolgern, daß nicht die Durchblutung der A. vertebralis das zentrale Problem des Manualtherapeuten ist, sondern Einzelfaktoren oder deren Kombination wie:

- fehlerhafte Indikationsstellung
- einschließlich übersehener oder nicht erkennbarer Kontraindikationen,
- wissenschaftlich noch nicht erkannte oder erforschte reflektorische oder sonstige Phänomene,
- Erkenntnisse über potentiell traumatisierende Prozesse,
- fehlerhafte manuelle Technik, einschließlich zu großer Kräfteanwendung oder Anwendung zu harter Techniken.

Literatur

1. Arning C (1991) **Farb-Duplex-Sonographie der Hirnversorgenden Arterien.** Dtsch Ärzteblatt 88: 2643–2647
2. Brown BSG, Tatlow WFT (1963) **Radiographic studies of the vertebral artery in cadavers: Effects of position and traction on the head.** Radiology 81: 80–88
3. Dvorak J, Dvorak V (1991) **Manuelle Medizin Diagnostik.** Thieme, Stuttgart New York
4. Fielding JW (1957) **Cineroentgenography of the normal cervical spine.** J Bone Joint Surg [Am] 39: 1280
5. Greenman PE (1989) **Principles of manual medicine.** Williams & Wilkins, Baltimore
6. Lewit K (1991) **Manuelle Medizin, 6. Aufl.** Urban & Schwarzenberg, München Wien Baltimore
7. Plaugher G (1993) **Textbook of clinical chiropractic.** Williams & Wilkins, Baltimore
8. Rudofsky G (1993) **Die Sonographie in der Früherkennung und Prävention der Arteriosklerose.** Dtsch Ärzteblatt 90: 1666–1670
9. Schürfeld C, Schleiffer T, Klooker P, Baldus M, Claus B, Wildburg G (1995) **Farbcodierte Duplexsonographie in der Diagnostik von Nierenerkrankungen.** Dtsch Med Wochenschr 120: 926–934
10. Selecki BR (1969) **Effect of rotation of atlas on axis.** Med J Anst 1: 1012
11. Stevens A (1985) **Zur Doppler-Sonographie der A. vertebralis bei Rotation des Kopfes.** Gutmann, Berlin, S 90–99
12. Sturzenegger M (1993) **Dissektion der A. vertebralis nach Manipulation der Halswirbelsäule.** Schweiz Med Wochenschr 123: 1389–1399
13. Thiel HW (1991) **The effect of various head and neck positions on vertebral artery blood flow. A study using Doppler ultrasound.** Saskatoon, Saskatchewan, pp 1–129
14. Toole JF, Trucker SAH (1960) **Influence of head position upon cerebral circulation: Studies on blood flow in cadavers.** Arch Neurol 2: 616–623
15. Weingart JR, Bischoff H-P (1992) **Dopplersonographische Untersuchung der Arteria vertebralis unter Berücksichtigung chirotherapeutisch relevanter Kopfpositionen.** Man Med 30: 62–65
16. White III AA, Panjabi MM (1990) **Clinical biomechanics of the spine.** Lippincott, Philadelphia