

0.1 Klinische Instabilität

Clinical instability is the loss of the ability of the spine under physiologic loads to maintain its pattern of displacement so that there is no initial or additional neurological deficit, no major deformity, and no incapacitating pain.

0.2 Auswahl der Werte

0.2.1 Atlanto-occipitale Dislokation

Distraction, Translation Bevorzugung des Basion-Dens-Inteval (BDI) und Basion-posterior axial line Interval (BAI) [11, 12, 25] über den Methoden Power's Ratio [19] und X-Lines [16], durch Überlegenheit in Sensitivität, Spezifität, positiv prädiktivem und negativ prädiktivem Wert sowie in der Anwendbarkeit durch Lesbarkeit und Simplizität. [1, 2, 3, 4, 7, 8, 11, 21]

Kompression Eine Kompressionsfraktur im Rahmen eine Jefferson Fraktur des Atlas [14, 15] mit begleitender Instabilität durch Ruptur des Ligamentum transversale (TAL) wird durch einen erhöhten Wert des Lateral Mass Displacements (LMD) abgebildet.

0.2.2 Atlantoaxiale Dislokation

Zur Beurteilung der Stabilität des Gelenkkomplexes zwischen Atlas und Axis werden verschiedene Werte der knöchernen Strukturen herangezogen um Verletzungen des für die Stabilität verantwortlichen Bandapparates zu beurteilen. [6, 17, 24]

Distraction Durch Distraction entstandene Verletzungsmuster manifestieren sich zwischen Atlas und Axis im ligamentär im Bereich der Gelenkkapsel zwischen den Processus articularis und den Ligamenta cruciforme.

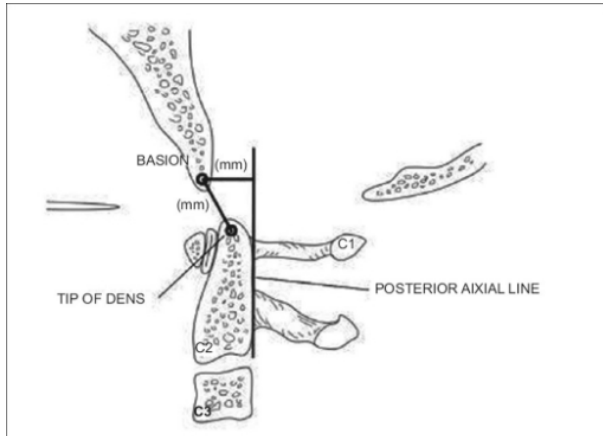
Ein erweiterter Abstand der Gelenkflächen gibt in der Computertomographie den Hinweis auf eine Ruptur der Stabilität gebenden Bandstrukturen. [3, 9, 21]

0.3 Harris Measurements

0.3.1 Definition

Basion-Dens-Interval Länge der kürzesten Distanz zwischen dem Mittelpunkt des Basion und der Spitze des Dens in sagitaler Mittellinienrekonstruktion in Millimetern.

Basion-posterior axial line - Interval Länge der kürzeste Distanz zwischen einer rechtwinkligen Linie vom Basion zu einer Verlängerung der Linie an der Hinterkante des vorderen Axisrings in sagitaler Mittellinienrekonstruktion in Millimetern.



0.3.2 Statistik

Das BDI zeigt über die Altersgruppen und Geschlechter keine nennenswerte Instabilität [3] und wurde schon bezüglich Normwerte und pathologischer Abweichung ausgiebig untersucht. [1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 20, 21, 22].

Validität Sowohl für die Sensibilität als auch für die Spezifität bezüglich des BDI für Atlanto-occipitale Dislokation und daraus resultierender Instabilität zeigen sich eine hohe Güte [7].

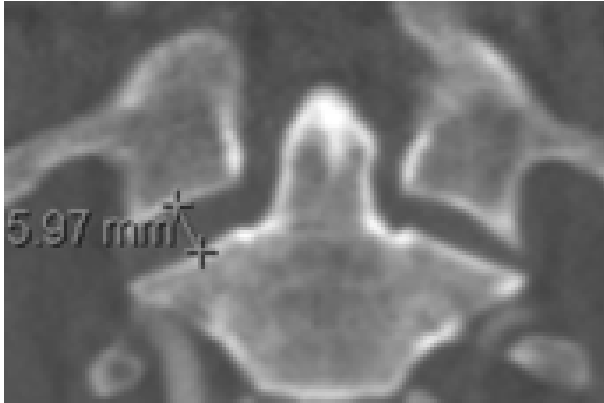
Reliabilität Der BDI zeigt sich sowohl bezüglich Intra- und Interobserver Reliabilität eine sehr hohe Güte [3, 7, 11, 12], welche durch stabile Verhältnisse und verbesserte Bildgebung, sowie deren Lesbarkeit, welche durch verlässliche Darstellung der benötigten anatomischen Landmarken garantiert werden [7, 21].

0.3.3 Pathologischer Wert

Ab einem BDI von über 10 mm und/oder einem BAI von mehr als 12 mm sollte von einer Instabilität durch Atlanto-occipitale Dislokation ausgegangen werden.

0.3.4 Anwendbarkeit

Die Anwendbarkeit wird bei Messung an CT-Bildgebung durch hochaufgelöste, überlagerungsfreie Darstellung für erfahrene Anwender der Technik sehr zuverlässig und in fast allen Fällen möglich gemacht [7, 21].



0.4 Laterl Mass Intervall

0.4.1 Definition

0.4.2 Definition

0.5 Statistik

0.5.1 Validität

Bezüglich der Validität konnten nur Studien gefunden werden, welche einen Hinweis auf Instabilität und eine Implikation für magnettomographische Bildgebung durch erhöhte Werte der LMI geben. [3, 9, 21]

0.5.2 Reliabilität

Das LMI zeigt bezüglich Intraobserver Reliabilität eine sehr hohe Güte und bezüglich der der Inter-rater Reliabilität gute Werte [3], welche durch stabile Verhältnisse und verbesserte Bildgebung, sowie deren Lesbarkeit, welche durch verlässliche Darstellung der benötigten anatomischen Landmarken garantiert werden [21].

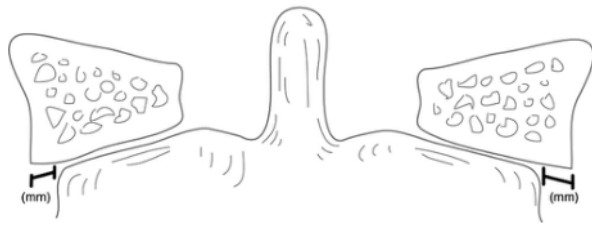
0.5.3 Stabilität

Das LMI zeigt über Altersgruppen und Geschlechter hinweg eine statistisch signifikante Instabilität [3]

0.6 Lateral Mass Displacement

0.6.1 Definition

Das Lateral Mass Displacement wird als Distanz zwischen dem am weitesten lateralen Anteil des Processus articularis des Atlas und des Axis in Milimetern gemessen. Zur Darstellung wird ein coronarer Schnitt auf Höhe der Zentrums der Massa lateralis des Atlas gewählt. [1]



0.6.2 Statistik

Validität Durch biomechanische Kadaver Studien [23, 26] und klinische Bildgebung verschiedenster Art [13, 18, 21?] wurde ein Zusammenhang zwischen dem LMD und einer Ruptur des Ligamentum transversale (TAL) festgestellt.

Durch statistische und klinische Analyse ergibt sich jedoch für die Schnibildgebung ein signifikant [26] geringer Wert als ursprünglich von angenommen. [23] Die aktuelle Annahmen decken sich mit der Klassifikation nach Dickman [5].

Reliabilität Es konnten keine Studien zur Intra- bzw Interobserver Reliabilität gefunden werden.

0.6.3 Pathologischer Wert

Ab 3,8 Millimetern sollte eine Ruptur des TAL bis zum Ausschluss durch magnetotomographische Bildgebung angenommen werden [26?].

Bibliography

- [1] BONO, Christopher M. ; VACCARO, Alexander R. ; FEHLINGS, Michael ; FISHER, Charles ; DVORAK, Marcel ; LUDWIG, Steven ; HARROP, James: Measurement Techniques for Upper Cervical Spine Injuries. In: *Spine* 32 (2007), mar, Nr. 5, S. 593–600
- [2] CHANG, Wilbur ; ALEXANDER, Melvin T. ; MIRVIS, Stuart E.: Diagnostic determinants of craniocervical distraction injury in adults. In: *AJR. American journal of roentgenology* 192 (2009), Januar, S. 52–58. – ISSN 1546-3141
- [3] CHAPUT, Christopher D. ; WALGAMA, Jonathan ; TORRES, Erick ; DOMINGUEZ, David ; HANSON, Jeramie ; SONG, Juhee ; RAHM, Mark: Defining and detecting missed ligamentous injuries of the occipitocervical complex. In: *Spine* 36 (2011), April, S. 709–714. – ISSN 1528-1159
- [4] DELIGANIS, A V. ; BAXTER, A B. ; HANSON, J A. ; FISHER, D J. ; COHEN, W A. ; WILSON, A J. ; MANN, F A.: Radiologic spectrum of craniocervical distraction injuries. In: *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc* 20 Spec No (2000), Oktober, S. S237–S250. – ISSN 0271-5333
- [5] DICKMAN, C A. ; GREENE, K A. ; SONNTAG, V K.: Injuries involving the transverse atlantal ligament: classification and treatment guidelines based upon experience with 39 injuries. In: *Neurosurgery* 38 (1996), Januar, S. 44–50. – ISSN 0148-396X
- [6] DVORAK, J. ; SCHNEIDER, E. ; SالدINGER, P. ; RAHN, B.: Biomechanics of the craniocervical region: the alar and transverse ligaments. In: *J. Orthop. Res.* 6 (1988), Nr. 3, S. 452–461. – [DOI:10.1002/jor.1100060317] [PubMed:3357093]
- [7] DZIURZYNSKI, Kristine ; ANDERSON, Paul A. ; BEAN, Darren B. ; CHOI, James ; LEVERSON, Glen E. ; MARIN, Rigoberto L. ; RESNICK, Daniel K.: A blinded assessment of radiographic criteria for atlanto-occipital dislocation. In: *Spine* 30 (2005), Juni, S. 1427–1432. – ISSN 1528-1159
- [8] FISHER, C G. ; SUN, J C. ; DVORAK, M: Recognition and management of atlanto-occipital dislocation: improving survival from an often fatal condition. In: *Canadian journal of surgery. Journal canadien de chirurgie* 44 (2001), Dezember, S. 412–420. – ISSN 0008-428X
- [9] GONZALEZ, L. F. ; FIORELLA, David ; CRAWFORD, Neil R. ; WALLACE, Robert C. ; FEIZERFAN, Iman ; DRUMM, Denise ; PAPADOPOULOS, Stephen M. ; SONNTAG, Volker K.: Vertical atlantoaxial distraction injuries: radiological criteria and clinical implications. In: *Journal of Neurosurgery: Spine* 1 (2004), oct, Nr. 3, S. 273–280

- [10] GONZALEZ, L.Fernando ; THEODORE, Nicholas ; DICKMAN, Curtis A. ; SONNTAG, Volker K.: Occipitoatlantal and atlantoaxial dislocation. In: *Operative Techniques in Neurosurgery* 7 (2004), mar, Nr. 1, S. 16–21
- [11] HARRIS, J H. ; CARSON, G C. ; WAGNER, L K.: Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: 1. Normal occipitovertebral relationships on lateral radiographs of supine subjects. In: *American Journal of Roentgenology* 162 (1994), apr, Nr. 4, S. 881–886
- [12] HARRIS, J H. ; CARSON, G C. ; WAGNER, L K. ; KERR, N: Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: 2. Comparison of three methods of detecting occipitovertebral relationships on lateral radiographs of supine subjects. In: *American Journal of Roentgenology* 162 (1994), apr, Nr. 4, S. 887–892
- [13] HELLER, J G. ; VIROSLAV, S ; HUDSON, T: Jefferson fractures: the role of magnification artifact in assessing transverse ligament integrity. In: *Journal of spinal disorders* 6 (1993), Oktober, S. 392–396. – ISSN 0895-0385
- [14] JEFFERSON, G: Remarks on Fractures of the First Cervical Vertebra. In: *British medical journal* 2 (1927), Juli, S. 153–157. – ISSN 0007-1447
- [15] JEFFERSON, Geoffrey: Fracture of the atlas vertebra. Report of four cases, and a review of those previously recorded. In: *British Journal of Surgery* 7 (1919), Nr. 27, S. 407–422
- [16] LEE, C ; WOODRING, J H. ; GOLDSTEIN, S J. ; DANIEL, T L. ; YOUNG, A B. ; TIBBS, P A.: Evaluation of traumatic atlantooccipital dislocations. In: *AJNR. American journal of neuroradiology* 8 (1987), S. 19–26. – ISSN 0195-6108
- [17] LOPEZ, Alejandro J. ; SCHEER, Justin K. ; LEIBL, Kayla E. ; SMITH, Zachary A. ; DLOUHY, Brian J. ; DAHDALEH, Nader S.: Anatomy and biomechanics of the craniovertebral junction. In: *Neurosurgical Focus* 38 (2015), apr, Nr. 4, S. E2
- [18] PEREZ-ORRIBO, Luis ; KALB, Samuel ; SNYDER, Laura A. ; HSU, Forrest ; MALHOTRA, Devika ; LEFEVRE, Richard D. ; ELHADI, Ali M. ; NEWCOMB, Anna G. U. S. ; THEODORE, Nicholas ; CRAWFORD, Neil R.: Comparison of CT versus MRI measurements of transverse atlantal ligament integrity in craniovertebral junction injuries. Part 2: A new CT-based alternative for assessing transverse ligament integrity. In: *Journal of Neurosurgery: Spine* 24 (2016), jun, Nr. 6, S. 903–909
- [19] POWERS, B ; MILLER, M D. ; KRAMER, R S. ; MARTINEZ, S ; GEHWEILER, J A.: Traumatic anterior atlanto-occipital dislocation. In: *Neurosurgery* 4 (1979), Januar, S. 12–17. – ISSN 0148-396X
- [20] RADCLIFF, Kristen ; KEPLER, Christopher ; REITMAN, Charles ; HARROP, James ; VACCARO, Alexander: CT and MRI-based diagnosis of craniocervical dislocations: the role of the occipitoatlantal ligament. In: *Clinical orthopaedics and related research* 470 (2012), Juni, S. 1602–1613. – ISSN 1528-1132
- [21] RADCLIFF, Kristen E. ; BEN-GALIM, Peleg ; DREIANGEL, Niv ; MARTIN, Shannon B. ; REITMAN, Charles A. ; LIN, James N. ; HIPPEL, John A.: Comprehensive computed tomography assessment of the upper cervical anatomy: what is normal? In: *The Spine Journal* 10 (2010), mar, Nr. 3, S. 219–229

- [22] ROJAS, C.A. ; BERTOZZI, J.C. ; MARTINEZ, C.R. ; WHITLOW, J.: Reassessment of the Cranio-cervical Junction: Normal Values on CT. In: *American Journal of Neuroradiology* 28 (2007), oct, Nr. 9, S. 1819–1823
- [23] SPENCE, K F. ; DECKER, S ; SELL, K W.: Bursting atlantal fracture associated with rupture of the transverse ligament. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 52 (1970), April, S. 543–549. – ISSN 0021-9355
- [24] WHITE, Augustus A. ; DTECH, Manohar M. Panjabi P.: *Clinical Biomechanics of the Spine*. LWW, 1990. – ISBN 0397507208
- [25] WHOLEY, M H. ; BRUWER, A J. ; BAKER, H L.: The lateral roentgenogram of the neck; with comments on the atlanto-odontoid-basion relationship. In: *Radiology* 71 (1958), September, S. 350–356. – ISSN 0033-8419
- [26] WOODS, Rafeek O. ; INCEOGLU, Serkan ; AKPOLAT, Yusuf T. ; CHENG, Wayne K. ; JABO, Brice ; DANISA, Olumide: C1 Lateral Mass Displacement and Transverse Atlantal Ligament Failure in Jeffersons Fracture: A Biomechanical Study of the “Rule of Spence”. In: *Neurosurgery* (2017), apr