170 192

Friedrich R. Carls, Bernhard Schuknecht, Hermann F. Sailer, Zürich

Orbitavolumetrie als Planungsgrundlage vor Orbitawand-Rekonstruktion

Einleitung

Die charakteristischen Deformitäten nach Orbita-Traumen können mit Hilfe von konventionellen Röntgenaufnahmen, Tomographien und der Computertomographie ermittelt werden (Forbes 1982, Polli u. Librando 1983). Dabei läßt sich auch abschätzen, ob eine Vergrößerung oder Verkleinerung des Orbitavolumens infolge Dislokation von Orbitawänden besteht. Wird die Orbita größer, so entsteht ein Enophthalmus (Converse u. Smith 1957, Rowe u. Killey 1970), wird sie durch nach innen dislozierte Wandteile verkleinert, entsteht ein Exophthalmus (Rowe u. Killey 1970). Für die Entstehung des posttraumatischen Enophthalmus wird aber auch die Verminderung des periorbitalen Fettes infolge Nekrose oder Einschmelzung und Umwandlung in Bindegewebe verantwortlich gemacht (Rowe 1977).

Trotz verfeinerter Diagnostik und Verbesserung der Operationstechniken ist die Entwicklung eines Enophthalmus nach Mittelgesichtsfrakturen weiterhin ein nicht seltenes Problem (Hemprich u. Mitarb. 1991, Kreusch u. Mitarb. 1991, Samek u. Mitarb. 1991, Hessling u. Mitarb. 1991, Carls u. Mitarb. 1991, Esser u. Mitarb. 1991). Die Entstehung eines postoperativen Enophthalmus ist auch nach Entfernung intraorbitaler Tumoren möglich (Mohr u. Waubke 1992) und wird nach Eingriffen zur Korrektur von kraniofazialen Malformationen beschrieben (Whitaker u. Mitarb. 1979, Motoki u. Mitarb. 1993).

Vor primärer oder sekundärer operativer Korrektur eines Enophthalmus stellt sich die Frage nach der genauen Ursache. Eine größere Präzision in der Bestimmung der eingetretenen Volumenunterschiede zwischen gesunder und betroffener Orbita und die Unterscheidung in Orbita-Gesamtvolumen und Weichteil-Volumina wird weiterhelfen. Ähnliche Planungshilfen dürfen von der Orbitavolumetrie für alle anderen Operationen erwartet werden, welche zu einer Änderung der Orbitavolumina führen.

Die hochauflösende Computertomographie und verbesserte Software-Entwicklungen erlauben die bildliche Darstellung der Orbita in allen Ebenen und ihre dreidimensionale Rekonstruktion (Abb. **1**). Ebenso ist eine Volumenberechnung dargestellter Objekte möglich (Brenner u. Mitarb. 1982). Im Bereiche der Orbita liegen Volumenmessungen bei Patienten mit Exophthalmus infolge endokriner Ophthalmopathie (Forbes u. Mitarb. 1986) und bei 5 Patienten mit Neurofibromatosis (Bite u. Mitarb. 1987) vor.

Über Erfahrungen mit der Orbitavolumetrie bei Enophthalmus wurde bislang nur bei ebenso kleinen Patientengruppen berichtet (Bite u. Mitarb. 1985, Manson u. Mitarb. 1986). Dagegen liegen ausführlichere Angaben (21 Patienten, 42 Orbitae) zu computertomographisch bestimmten Normalvolumina im Bereiche des Auges (Forbes u. Mitarb. 1985) vor.

Material und Methoden

In Tab. **1** sind 22 Patienten und 6 mazerierte Schädel mit im Computertomogramm volumetrisch 56 untersuchten Orbitae aufgeführt: von 76 Patieten nach operativer Versorgung schwerer Mittelgesichtsfrakturen fand sich klinisch ein Enophthalmus von 2–6 mm (Exophthalmometrie nach Hertel) bei 6 Patienten. Vier weitere Patienten mit primär nicht versorgten Orbita-Frakturen und 4 Patienten nach intraorbitaler Tumorentfernung wiesen einen Enophthalmus auf. Eine Einengung der Orbita infolge fibröser Dysplasie bestand bei 3 Patienten. 5 Patienten hatten eine CT-Untersuchung mit dem gleichen Protokoll wegen Veränderungen außerhalb des Orbitabereiches. Das Orbita-Gesamtvolumen wurde zusätzlich bei sechs mazerierten Schädeln aus der klinikeigenen Sammlung untersucht, wovon 3 im

Tabelle **1** Orbita-Volumetrien (22 Patienten, 6 Schädel)

Enophthalmus nach versorgter Mittelgesichtsfraktur	6
Enophthalmus nach unversorgter Mittelgesichtsfraktur	4
Enophthalmus nach Tumor-Entfernung	4
Fibröse Dysplasie mit Orbitabeteiligung	3
Gesunde Probanden	5
Mazerierte, normale Schädel	3
Mazerierte Schädel mit Dysplasien	3
	28

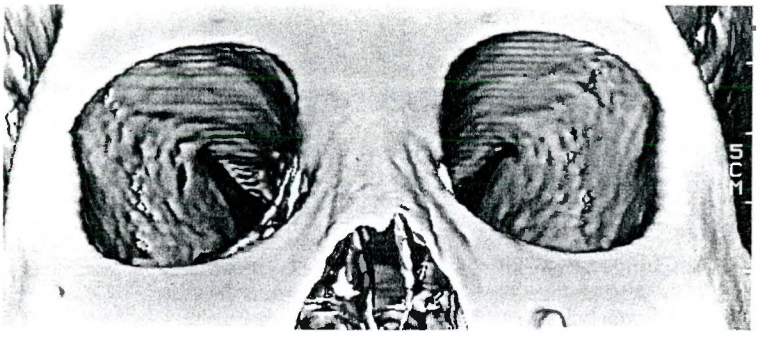


Abb. **1** 3D-CT eines Kontrollschädels mit gleichgroßen Orbitavolumina rechts und links

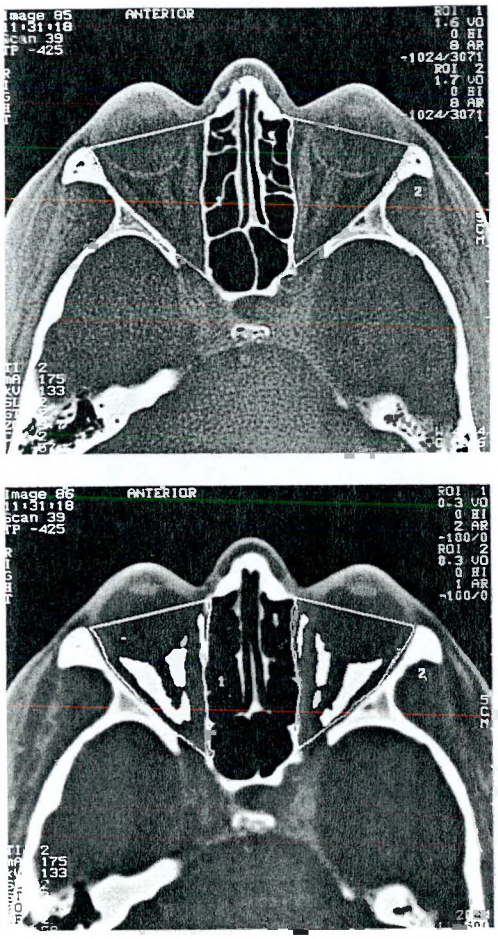


Abb. 2 **a** Knochenfenster einer axialen CT-Schicht mit den Begrenzungen der Orbitae (weiße, gezackte Linie). **b** Weichteilfenster der gleichen Schicht zeigt intraorbitales Fett (unregelmäßig begrenzte weiße Flächen hinter dem Bulbus) entsprechend – 100 bis 0 Houndsfield-Einheiten

Tabelle 2 Volumen-Normalwerte gesunder Orbitae (bestimmt aus 5 gesunden Probanden, 14 Patienten mit unilateraler Pathologie und 3 mazerierten Normalschädeln = 30 Orbitae)

Knöcherne Orbita	25,6 cm^3 (20,0–30,8 cm^3)
Intraorbitales Fett	9,9 cm^3 (6,2–12,5 cm^3)
Neuromuskuläres Gewebe	4,5 cm^3 (3,3–5,7 cm^3)
Bulbus oculi	10,1 cm^3 (8,1–11,1 cm^3)

Orbitabereich pathologische Veränderungen (Hypertelorismus, Mikrophthalmus und Treacher-Collins's-Syndrom) aufwiesen (Tab. 2).

Alle genannten Patienten und die Schädel wurden nach dem gleichen CT-Untersuchungsprotokoll untersucht: mittels hochauflösender Computertomographie (Siemens HiQ S) wurden im Bereich der Orbita mit infraorbito-meataler Kippung kontinuierliche Schichten (Schichtdicke 2 mm, Schichtabstand 2 mm, 133 KV, 175 mAs) erstellt. Das anwenderspezifische Software-Program erlaubt sowohl 3D-Rekonstruktionen als auch Volumenbestimmungen, wobei aus Gründen der Genauigkeit auf dem Bildschirm in allen axialen Ebenen mit einem Trackball durch Wahl einer ROI („region of interest") die knöcherne Begrenzung der Orbita manuell eingezeichnet wird (Abb. 2). Entsprechend der vorgegebenen Houndsfield-Einheiten (für Fettwerte –100 bis 0 HU) werden die innerhalb dieser Grenzen liegenden Weichteilvolumina (in Abb. 3 ist Fett dargestellt) errechnet (Abb. 4).

In der Orbitaeingangsebene wurde medial jeweils die Crista lacrimalis anterior als Begrenzung gewählt.

Bei unilateral bestehenden Pathologien wird die contralaterale Orbita als Kontrolle benutzt.

Das Ausmaß des Enophthalmus wurde zusätzlich radiologisch bestimmt durch Rechts-Links-Vergleich der Strecke vom distalsten Bulbuspunkt bis zum Orbita-Apex (Bite u. Mitarb. 1985) und mit der Hertel-Exophthalmometrie verglichen. Wegen der bekannten relativen Messungsgenauigkeit der Hertel-Exophthalmometrie (Bogren u. Mitarb.

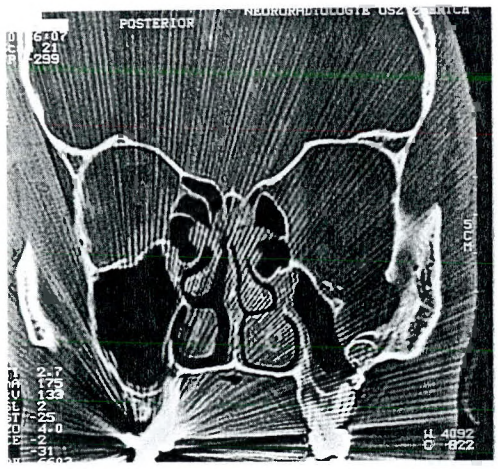


Abb. 3 Koronares CT eines Patienten mit posttraumatischem Enophthalmus (4,5 mm) infolge Herabhängen des hinteren Orbitabodens links mit Vergrößerung des knöchernen Volumens von 7,1 cm^3 (26,9%)

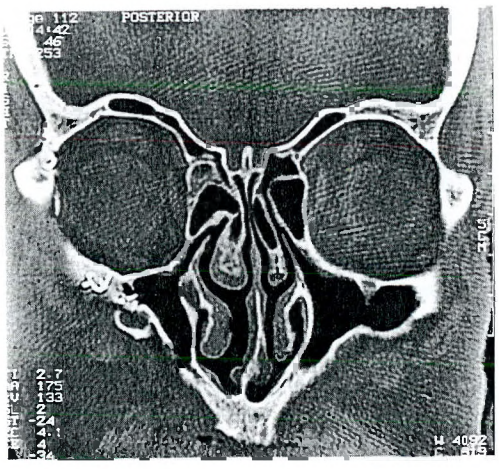


Abb. 4 Koronares CT eines Patienten mit Orbitawand und -bodenfraktur rechts nach korrekter Rekonstruktion

Tabelle 3 Totales (knöchernes) Orbitavolumen bei posttraumatischem, einseitigem Enophthalmus, Vergleich zur gesunden Orbita

Patient	Orbita-Gesamtvolumen (cm^3)		Differenz (cm^3)	%	Enophthalmus (mm)
	krank	*gesund*			
Bo	39,4	35,8	3,6	10	3
De	33,5	26,4	7,1	26,9	4,5
Be	22	20	2	10	3
Sc	28	22,3	5,7	25,6	3
Tr	34,1	25	9,1	36,4	6
Wi	35,1	28,7	6,4	22,3	3
Ge	39,3	32,8	6,5	19,8	3
Br	28,5	24,7	3,8	13,4	2,5
Fo	31,7	26,1	5,6	21,5	4
Ch	26,1	22,6	3,5	15,5	2,5
Summe	317,7	264,4	53,5		34,5
Durchschnitt	31,7	26,4	5,3	20,1	3,45

Tabelle 4 Intraorbitale Fettvolumina bei den Enophthalmus-Patienten der Tab. 3

Patient	Fett-Volumen (cm^3)		Differenz (cm^3)	%	Enophthalmus (mm)
	krank	*gesund*			
Bo	13,9	13,2	0,7	5,3	3
De	11,1	9,2	1,9	20,6	4,5
Be	7,8	7,1	0,7	9,8	3
Sc	11,1	9,7	1,4	14,4	3
Tr	12,5	10,5	2	19	6
Wi	13,4	11,3	2,1	18,6	3
Ge	15,6	12,5	3,1	24,8	3
Br	9,1	8,9	0,2	2,2	2,5
Fo	11,7	9,7	2	20,6	4
Ch	7,7	6,8	0,9	13,2	2,5
Summe	113,9	98,9	15		34,5
Durchschnitt	11,3	9,8	1,5	14,8	3,45

1986) wurde bei Unstimmigkeiten der radiologisch ermittelte Enophthalmuswert herangezogen.

Die ermittelten Volumenwerte, ihre Differenz in cm^3 und der prozentuale Unterschied von der gesunden zur kranken Seite wurde den gefundenen Enophthalmuswerten gegenübergestellt und für die Patienten mit einseitigem, posttraumatischem Enophthalmus Durchschnittswerte berechnet (Tab. 3 u. 4) sowie die statistische Signifikanz mittels nichtpaarigem t-Test und Wilcoxon signed-rank-Test überprüft.

Ergebnisse

Bei allen Patienten mit posttraumatischem Enophthalmus fand sich eine deutliche Vergrößerung des Orbita-Gesamtvolumens durch Vergrößerung der knöchernen Orbita (Tab. 3). Bei Enophthalmuswerten zwischen 2,5 mm und 6 mm fanden sich Differenzen von 2,0 bis 9,1 cm^3, was einer Vergrößerung der knöchernen Orbita von minimal 10,0% bis maximal 36,4% entspricht. Im Durchschnitt entspricht ein Enophthalmus von 3,45 mm einer Volumenvergrößerung der (knöchern begrenzten) Gesamtorbita von 5,3 cm^3 (20,1%).

Es besteht eine deutliche Korrelation zwischen der Schwere des Enophthalmus und der Größe der Volumenzunahme ($p = 0{,}048$ im nichtpaarigen t-Test; $p = 0{,}001$ im Wilcoxon signed-rank-test).

4 Patienten wiesen zusätzlich zum Enophthalmus persistentes Doppelbildsehen im Gebrauchsblickfeld auf – es bestand ein Enophthalmus zwischen 3 mm und 6 mm bei einer Volumenvergrößerung zwischen 19,8% und 36,4%. Da die Patienten Sc und Wi Doppelbilder außerhalb des Gebrauchsblickfeldes haben (25,6% und 22,3% Vergrößerung), kann festgestellt werden, daß ab einer Volumenvergrößerung der knöchernen Orbita von etwa 20% mit Diplopie gerechnet werden muß.

Die Dislokation von Teilen der knöchernen Orbita fand sich vorwiegend im hinteren Teil des Orbitabodens, welcher bei 7 von den 10 Patienten abgesunken war, sowie einer Medialverlagerung der Lamina papyracea, welches sich bei 6 von den 10 Patienten fand. Verlagerungen der lateralen Orbitawand (großer Keilbeinflügel und Processus

frontalis des Jochbeins) und des Orbitadaches sowie knöcherne Defekte fanden sich nur bei den 4 nicht versorgten Orbitafrakturen.

Das vergrößerte Orbitavolumen wird von zurücksinkenden Weichteilen (Bulbus, Augenlider und peribulbäres Fett, welches auf der gesunden Seite außerhalb der Orbitaeingangsebene liegt) aufgefüllt. Dabei zeigt sich eine leichte Vergrößerung der Fettvolumina auf der vom Enophthalmus betroffenen Seite (Tab. 4) ohne signifikant verändert zu sein. Eine Korrelation zur Schwere des Enophthalmus besteht nicht.

In den ermittelten Fettvolumina (−100 bis 0 HU-Dichtewerte) fanden sich keine Aussparungen als Hinweis auf narbige Veränderungen.

Bei Tumorpatienten vor Rekonstruktion resezierter Orbitawände fanden sich Vergrößerungen des Gesamtorbita-Volumens von 18,5% bis 35,2%.

2 von den 3 Patienten mit fibröser Dysplasie waren im Orbitabereich einseitig betroffen. Hier fanden sich Einengungen der betroffenen Orbita von 20,2% und 24,3%. Der Patient mit beidseitig eingeengter Orbita weist im Vergleich mit Orbitanormalvolumina (Forbes u. Mitarb. 1985) eine größere Einengung auf.

Unsere im Orbitabereich gesunden Probanden zeigten knöcherne Orbitavolumina zwischen 22,8 cm^3 und 30,1 cm^3 (Durchschnitt 25,6 cm^3). Das Volumen des periorbitalen Fettes betrug zwischen 6,2 cm^3 und 12,2 cm^3 (durchschnittlich 7,8 cm^3). Die knöchernen Volumina der mazerierten, im Orbitabereich offensichtlich nicht deformierten Schädel waren mit durchschnittlich 20,4 cm^3 um über 25% kleiner als die gesunden Orbitae der Patienten (durchschnittliche 26,4 cm^3). Alle Schädel stammen vom indischen Subkontinent.

Diskussion

Die Genauigkeit der mit heute gebräuchlicher Software errechneten Volumina von computertomographisch dargestellten Objekten ist unumstritten (Manson u. Mitarb. 1986, McGurk u. Mitarb. 1992).

Aus der Untersuchung von gesunden Patienten (Forbes u. Mitarb. 1985) und unserer Kontrollgruppe (5 Patienten, 3 Schädel) ist ersichtlich, daß sich Augenhöhlenpaare bei Gesunden in ihrem Volumen nicht wesentlich voneinander unterscheiden: 0,4 cm^3 (ca. 2%) im Durchschnitt, maximal 1,9 cm^3 (ca. 8%). Daher wird bei einseitig bestehenden ophthalmologischen Pathologien das gesunde Auge als Kontrolle bei der Volumetrie benutzt. Es wäre wenig sinnvoll, bei der Planung von volumenverändernden Operationen im Augenbereich Mittelwerte anzustreben, da zwischen Personen auch der gleichen Rasse große Volumenunterschiede gefunden wurden (Forbes u. Mitarb. 1985) und unsere mazerierten Schädel vom indischen Subkontinent beispielsweise eine um über 25% kleinere Orbita als unsere mitteleuropäischen Patienten aufweisen.

Über eine Vergrößerung der Volumina der knöchernen Orbita mit konsekutiver Weichteilverlagerung bei Patienten mit posttraumatischem Enophthalmus berichten auch die beiden bisher vorliegenden Untersuchungen (Bite u. Mitarb. 1985, Manson u. Mitarb. 1986).

Während Manson (Manson u. Mitarb. 1986) maximal 18% Volumenvergrößerung der Enophthalmusseite fanden (Angaben über das Ausmaß der Bulbusverlagerung werden nicht gemacht), fanden wir beim schwersten Enophthalmus von 6 mm die maximalste knöcherne Volumenvergrößerung von 36,4%.

Ebenso fanden Bite und Mitarb. (1985) und Manson und Mitarb. (1986) auch in ihrem Patientengut keine eigentliche Fettatrophie. Sehr kleine Dichtewerteerhöhungen innerhalb des verlagerten Fettes in frakturnahen Bereichen könnten minimale Umwandlung in Bindegewebe bedeuten. Da die Unterschiede aber so klein sind und sich vor allem keine Aussparungen innerhalb der Fettvolumina bei −100 bis 0 HU-Dichtewerte fanden, sehen wir narbige Kontrakturen nicht als Ursache der Enophthalmusentstehung an.

Eine zumeist leichte Zunahme des Fettvolumens erklärt sich aus der Retralverlagerung von seitlich des Bulbus gelegenen Fettanteilen auf der kranken Seite, während die entsprechenden Fettanteile auf der gesunden Seite außerhalb der Orbitaeingangsebene liegen. Eine Korrelation zur Schwere des Enophthalmus konnte nicht nachgewiesen werden.

Meßprobleme können sich bei der Grenzziehung der knöchernen Orbita ergeben: Die Orbitaeingangsebene median muß im Protokoll definiert werden. Wir entschieden uns für die Crista lacrimalis anterior und bei schräg-axial liegenden CT-Schichten kann die Fissura infraorbitalis röntgengeometrisch sehr groß erscheinen. Bilaterale Traumen mit Volumenänderungen bilden ein weiteres Problem und müssen aus der Summe aller Informationen über die Schwere der eingetretenen Dislokationen mit der klinischen Erfahrung des Chirurgen bei der Reposition gelöst werden.

Interaktive Softwareprogramme werden in Zukunft aber möglicherweise die Reposition der Frakturen am CT-Bildschirm präoperativ erlauben und Rückschlüsse auf die vormals bestandenen gesunden Volumina zulassen.

Zusammenfassung

Vor Orbitawand-Rekonstruktion und anderen Operationen im Orbita-Bereich, welche zu Volumenänderungen führen, ist es sinnvoll, die bestehenden, durch pathologische Prozesse vergrößerten oder verkleinerten Volumina zu bestimmen, um sie entsprechend präzise korrigieren zu können.

Es wird über Erfahrungen mit der computertomographischen Orbita-Volumetrie an 22 Patienten und 6 mazerierten Schädeln berichtet. Bei 14 Patienten bestand ein Enophthalmus, bei 3 Patienten lag eine fibröse Dysplasie mit Orbitabeteiligung vor und 5 Patienten hatten keine pathologischen Veränderungen im Orbitabereich. Bei 10 Patienten mit einseitigem posttraumatischem Enophthalmus fand sich auf der betroffenen Seite eine durchschnittliche Vergrößerung der knöchernen Orbita von 20,1%, welches einem durchschnittlichen Enophthalmus von 3,5 mm entsprach. Die Schwere des Enophthalmus korrelierte mit der Vergrößerung des Orbitavolumens.

Keine Korrelation fand sich zwischen Enophthalmus und dem Volumen des intraorbitalen Fettes; vor allem konnte keine Fettatrophie in unserem Patientengut beim posttraumatischen Enophthalmus nachgewiesen werden.

Die Volumina der gesunden Probanden und mazerierten Schädel wurden mit veröffentlichten Daten anderer Kliniken verglichen. Wie bei den Patienten, welche eine Enophthalmuskorrektur nach Trauma wünschten, waren auch bei Tumorpatienten vor Rekonstruktion der knöchernen Orbitabegrenzungen und bei Patienten mit fibröser Dysplasie die bestimmten Meßwerte hilfreich zur Operationsplanung. Die Untersuchungsergebnisse lassen darauf schließen, daß die Vergrößerung der knöchernen Orbita beim posttraumatischen Enophthalmus zu einer Veränderung der Weichteilform und -position führt und somit wesentlich für die Entstehung des posttraumatischen Enophthalmus ist. Volumenveränderungen der Weichgewebe sind dagegen weniger bedeutend.

Summary

Before reconstruction of the orbital walls and other surgical procedures concerning the orbits leading to a modification of pathologically altered orbital volumes, it is useful to measure these volumes in order to allow preciser correction.

Orbital volumetric studies on 22 patients and 6 dry skulls were performed using high resolution computer tomography. 14 patients presented enophthalmos of various origin, 3 patients fibrous dysplasia involving the orbits and 5 patients showed no orbital pathology.

In 10 patients with unilateral posttraumatic enophthalmos an increase of the bony orbital volume of 20.1% in the average was found corresponding to an enophthalmos of 3.5 mm in the average.

Correlation between the severity of the enophthalmos and the increase in orbital volume was found.

Enophthalmos could not be correlated to the intraorbital fat volume, especially no atrophy of orbital fat could be demonstrated in these patients. Normal orbital volume measurements of patients and dry skulls were compared to those found in the literature.

Planning of the surgery was therefore facillitated before correction of enophthalmos, reconstruction of bony orbital contour after tumorresection and in patients with fibrous dysplasia.

Results suggest that the bony orbital enlargement, followed by a change in soft-tissue shape and position is the usual cause for posttraumatic enophthalmos. Changes in volume of soft-tissues themselves are less significant.

Literatur

Bite, U., I. T. Jackson, G. S. Forbes, D. Gehring: Quantitative Three-Dimensional CT Analysis of the Orbital Deformity in Neurofibromatosis. Tata McGraw-Hill, New Delhi IX IPRS 1987 (pp. 1–2)

Bite, U., I. T. Jackson, G. S. Forbes, D. G. Gehring: Orbital volume measurements in enophthalmos using three-dimensional CT imaging. Plast. reconstr. Surg. 75 (1985) 502–8

Bogren, H. G., C. E. Franti, S. S. Wilmarth: Normal variations of the position of the eye in the orbit. Ophthalmology 93 (1986) 1072–1077

Brenner, D. E., N. O. Whitley, T. L. Houk et al.: Volume determinations in computed tomography. J. Amer. med. Ass. 247 (1982) 1229

Carls, F., P. Roth, H. F. Sailer: Langzeitergebnisse nach Orbitarekonstruktionen mit homologen Knochen-Knorpel-Implantaten bei Mittelgesichtsfrakturen. In: Schwenzer, N., G. Pfeifer: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. XXXVI. Thieme, Stuttgart 1991 (S. 212)

Converse, J. M., B. Smith: Enophthalmos and diplopia in fracture of the orbital floor. Brit. J. plast. Surg. 9 (1957) 265

Esser, E., R. Berges, H.-J. Meyer: Langzeitergebnisse nach Versorgung von Trümmer- und Defektfrakturen des Orbitabodens durch Kieferhöhlentamponade. In: Schwenzer, N., G. Pfeifer: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. XXXVI. Thieme, Stuttgart 1991 (S. 214)

Forbes, G.: Computed tomography of the orbit. Radiol. Clin. N. Amer. 20 (1982) 37

Forbes, G., D. G. Gehring, C. A. Gorman, M. D. Brennan, I. T. Jackson: Volume measurements of normal orbital structures by computed tomographic analysis. Amer. J. Roentgenol. 145 (1985) 149–54

Forbes, G., C. A. Gorman, M. D. Brennan, D. G. Gehring, D. M. Ilstrup, F. 4. Earnest: Ophthalmopathy of Graves'disease: computerized volume measurements of the orbital fat and muscle. Amer. J. Neuroradiol. 7 (1986) 651–6

Hemprich, A., K.-H. Emmerich, M. Prinz: Neurologische und ophthalmologische Spätfolgen nach Frakturen des zygomatikoorbitalen Komplexes. In: Schwenzer, N., G. Pfeifer: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. XXXVI. Thieme, Stuttgart 1991 (S. 153)

Hessling, K.-H., A. Eckardt, R. Schmelzeisen, H. Mayer: Indikation, Technik und Ergebnisse der Rekonstruktion von traumatischen Defekten des knöchernen Orbitabodens. In: Schwenzer, N., G. Pfeifer: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. XXXVI. Thieme, Stuttgart 1991 (S. 207)

Kreusch, T., B. Fleiner, D. Friedrich: Orbitabodenfraktur. In Schwenzer, N., G. Pfeifer: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. XXXVI. Thieme, Stuttgart 1991 (S. 190)

Manson, P. N., A. Grivas, A. Rosenbaum, et al.: Studies on enophthalmos: II. The measurement of orbital injuries and their treatment by quantitative computed tomography. Plast. reconstr. Surg. 77 (1986) 203

McGurk, M., R. W. Whitehouse, P. M. Taylor, B. Swinson: Orbital volume measured by a low-dose CT scanning technique. Dento-max.-fac. Radiol. 21 (1992) 70–2

Mohr, C., T. N. Waubke: Zur Therapie kavernöser Orbitaangiome – klinische und funktionelle Ergebnisse. Dtsch. Z. Mund-, Kiefer- u. Gesichtschir. 16 (1992) 179–184

Motoki, D. S., D. E. Altobelli, J. B. Mulliken: Enophthalmos following orbital transposition for craniofacial malformations. Plast. reconstr. Surg. 91 (1993) 416

Polli, N. S. A., A. Librando: The role of tomography in orbital fractures. Orbit 2 (1983)

Rowe, N. L.: The diagnosis of periorbital injuries. In Schuchardt, K., R. Bekker: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. XXII. Thieme, Stuttgart 1977 (S. 3–9)

Rowe, N. L., H. C. Killey: Fractures of the facial skeleton. Williams and Wilkins, Baltimore 1970

Samek, M., H.-D. Pape, W. Rüssmann, S. Berg: Lokalisation und Ausmaß von Orbitabodendefekten und Indikation zur Defektdeckung. In Schwenzer, N., G. Pfeifer: Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bd. XXXVI. Thieme, Stuttgart 1991 (S. 193)

Whitaker, L. A., I. R. Munro, K. E. Salyer et al.: Combined report of problems and complications in 793 craniofacial operations. Plast. reconstr. Surg. 64 (1979) 198

Kontaktadresse
Dr. med. Friedrich Carls
Klinik und Poliklinik für Kiefer- und Gesichtschirurgie
Frauenklinikstr. 10
CH-8091 Zürich