MINERVA STOMATOL 1996; 45: 493-99

207 184

L'orbitovolumetria nella ricostruzione delle pareti orbitarie

F. R. CARLS, R. JOSCA e H. F. SAILER

Università degli Studi - Zurigo
Clinica di Chirurgia Maxillo-Facciale
(Direttore: Prof. Dott. H. F. Sailer)

Orbital volumes in orbital reconstructions.

Before reconstruction of the orbital walls and other surgical procedures involving the orbits leading to a modification of pathologically altered orbital volumes, it is useful to measure these volumes in order to allow a more precise correction. Orbital volumetric studies on 22 patients and 6 dry skulls were performed using high resolution computer tomography. Fourteen patients presented enophthalmos of various origin, 3 patients fibrous dysplasia involving the orbits and 5 patients showed orbital pathology. In 10 patients with unilateral post-traumatic 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, expecially 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 facilitated before correction of enophthalmos, reconstruction of bony orbital contour after tumorresection and in patients with fibrous dysplasia. Results suggest that the bony 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.

Key words: **Orbital reconstrustions - Orbit - Orbital diseases.**

Radiografie convenzionali, tomografie e tomografie computerizzate consentono l'osservazione delle caratteristiche deformità da trauma orbitario e nello stesso tempo la valutazione di un aumento o di una diminuzione del volume orbitario.

L'enoftalmo post-traumatico e post-chirurgico è la conseguenza di un aumento del volume orbitario [1, 2], l'esoftalmo di una diminuzione [3].

Oltre alle cause post-traumatiche, l'enoftalmo può essere dovuto ad una riduzione del grasso endorbitario per necrosi e successiva sostituzione con tessuto fibroso [3].

La riduzione post-traumatica del volume orbitario è causata dal collasso delle pareti orbitarie nell'orbita stessa.

Nonostante i progressi tecnologici delle tecniche diagnostiche e terapeutiche nelle fratture medio-facciali, si assiste spesso allo sviluppo di un enoftalmo post-traumatico [4-9].

Lo sviluppo di un enoftalmo postopera-

Pervenuto il 9 novembre 1994.
Accettato il 4 aprile 1996.

Indirizzo per la richiesta di estratti: F. R. Carls - Clinica di Chirurgia Maxillo-Facciale, Università di Zurigo, Svizzera.

TABELLA I. — Volumetria orbitaria (22 pazienti e 6 crani).
Orbital volumetry (22 patients and 6 skulls).

Parametri	N. casi
Enoftalmo dopo terapia di frattura della faccia media	6
Enoftalmo in frattura della faccia media non trattato	4
Enoftalmo dopo rimozione di tumore	4
Displasia fibrosa con interessamento orbitario	3
Probanti sani	5
Crani normali macerati	3
Crani macerati affetti da displasie	3
Totale	28

torio si verifica anche dopo rimozione di tumori endoorbitari e dopo chirurgia delle malformazioni cranio facciali [10-12].

Prima della correzione chirurgica di un enoftalmo, è importante stabilire le etiopatogenesi dell'enoftalmo stesso e la misurazione del volume orbitario all'origine ed allo stato patologico dell'osservazione e nello stesso tempo il paragone con l'orbita controlaterale.

L'orbitovolumetria è molto importante ogni qual volta viene programmato un intervento che potrebbe modificare il volume orbitario.

Sono state effettuate e descritte misurazioni orbitarie in pazienti con esoftalmo endocrino ed in pazienti con neurofibromatosi (5 casi riportati da Bite *et al.*, 1987) [14] hanno molte notizie sulla misurazione dell'orbita condotta in pazienti sani (21 pazienti e 42 orbite riportate da Forbes *et al.*, 1985) [15].

Per quanto riguarda invece l'enoftalmo vengono riportate misurazioni solo su un esiguo numero di pazienti [16,17].

Materiali e metodi

Nella tabella I vengono descritte 56 orbitovolumetrie con TAC effettuate su 22 pazienti e su 6 crani macerati:

— 6 pazienti presentano un enoftalmo di 2-6 mm dopo trattamento chirurgico di frattura della zona medio-facciale (esoftalmometria secondo Hertel);

— 4 pazienti con frattura della faccia media non sottoposti ad alcun trattamento rivelano anch'essi un enoftalmo;

— 4 pazienti vengono valutati dopo rimozione di un tumore intraorbitario;

— 3 pazienti la cui orbita era stata compromessa da una displasia fibrosa;

— 5 pazienti erano stati sottoposti per problemi non orbitari alla TAC e quindi

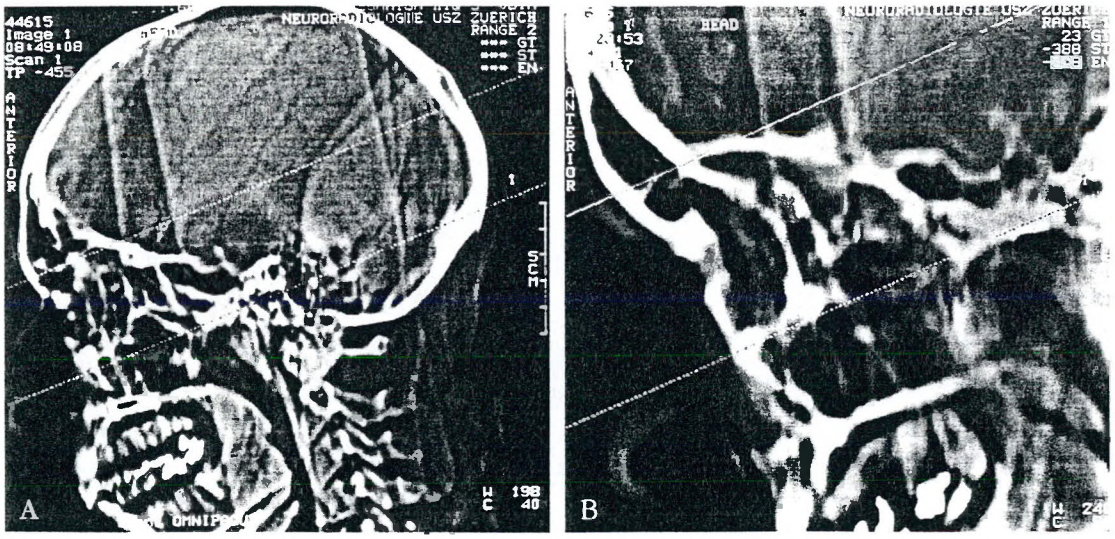


Fig. 1. — A) Scout view per il protocollo della orbitovolumetria. B) Ingrandimento dello scout view.
A) Scout view for the protocol of the orbital volumetry. B) Magnification of the scout view.

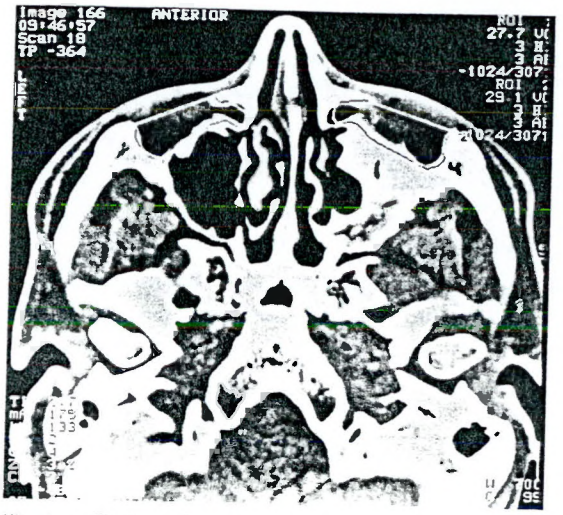


Fig. 2 — TAC assiale.
Axial CT.

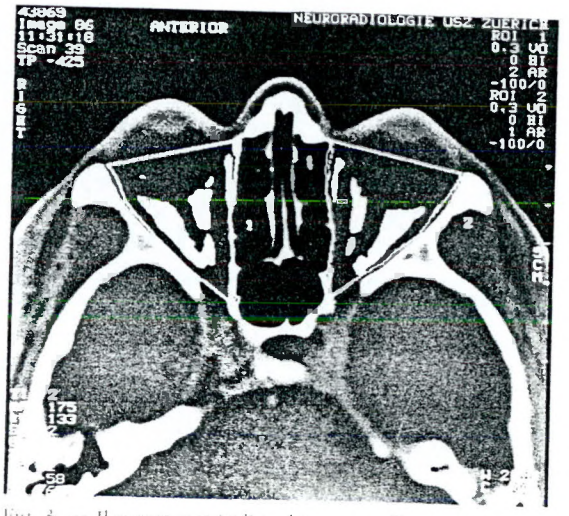


Fig. 3 — Il computer indica il tessuto adiposo (- 100 - 0 HU) nell'orbita delimitata col mouse in una TAC assiale.
The computer indicates the adipose tissue (- 100 - 0 HU) in the orbits, which are defined by the mouse in an axial CT.

alla misurazione di un volume orbitario che non aveva subito alterazioni.

In aggiunta, nella tabella I vengono riportati i valori delle misure orbitarie di 6 crani macerati: 3 normali e 3 patologici (ipertelorismo, microftalmo e Treacher - Collins syndrom).

Tutti i pazienti ed i crani sono stati sottoposti al medesimo protocollo utilizzando una computertomografia ad alta risoluzione (Siemens Hi QS) lungo un piano infraorbito-meatale e con sezioni di 2 mm costanti e sempre dalla stessa distanza, con 133 KV, 175 mAS (fig. 1A - B).

Con un software Siemens, è possibile la ricostruzione tridimensionale e la volumetria dell'orbita.

Per maggiore precisione, però, abbiamo preferito disegnare i confini ossei a mano, con un TrackBall (mouse) per ogni taglio assiale metodo ROI (region of interest), (fig. 2).

In questo modo si può ottenere il volume osseo, o il volume orbitario totale.

Nella regione di interesse possiamo definire i differenti Houndsfield Units in base alla densità dei diversi tessuti molli (fig. 3).

Nella tabella II riportiamo la media di valori volumetrici ottenuti studiando un totale di 30 orbite e riferite all'orbita ossea, al grasso intraorbitario, al tessuto neuromuscolare e al bulbo oculare.

TABELLA II — Valori volumetrici di orbite sane.
Volumetric values of healthy orbits.

Parametri	Volume	(range)
Orbita ossea	25,6	(20,0 - 30,8)
Grasso intraorbitario	9,9	(6,2 - 12,5)
Tessuto neuromuscolare	4,5	(3,3 - 5,7)
Bulbo oculare	10,1	(8,1 - 11,1)

I valori del volume sono espressi in cm^3

Il bordo antero-mediale dell'orbita è definito dalla cresta lacrimale anteriore. Nei casi con patologia unilaterale, l'orbita controlaterale rappresenta l'indice di raffronto.

L'entità dell'enoftalmo viene stimata radiologicamente misurando dal punto più distale del bulbo all'apice orbitario [16] raffrontando i risultati con quelli della esoftalmometria secondo Hertel.

Dal momento che l'esoftalmometria di Hertel è relativamente precisa, si adottano le misure ottenute con la TAC.

Nella tabella III l'entità dell'enoftalmo espressa in mm è stata confrontata con la differenza volumetrica in cm^3 espressa in percentuale fra il lato sano ed il lato patologico ed abbiamo calcolato la media nell'enoftalmo post-traumatico unilaterale.

TABELLA III. — Volume osseo orbitario totale nell'enoftalmo unilaterale paragonati all'orbita sana.
Total orbital bone volume in unilateral enophthalmos compared with the healthy orbit.

Pazienti	Volume orbitario totale (cc)		Differenza (cc)	%	Enoftalmo (mm)
	Patologico	Sano			
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
Totale	317,7	264,4	53,3		34,5
Media	31,7	26,4	5,3	20,1	3,45

con l'Unpaired «t»-test e il Wilcoxon signed-rank test (indici statistici).

Risultati

Su tutti i pazienti con enoftalmo post-traumatico si è rilevato un aumento significativo del volume totale dell'orbita, dovuto ad un aumento della superficie ossea orbitaria (fig. 4).

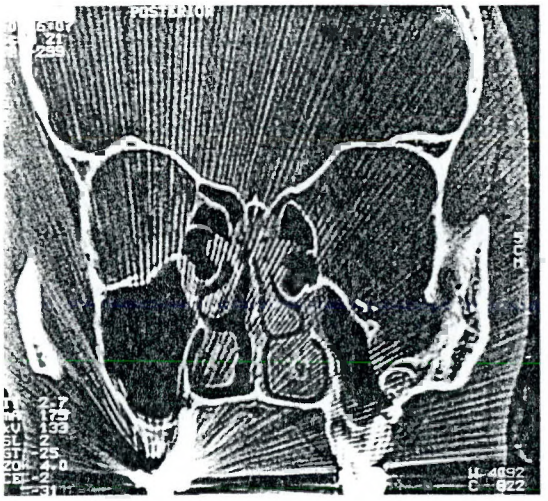


Fig. 4. — Ingrandimento post-traumatico dell'orbita sn con dislocamento del contenuto orbitario nel seno mascellare.
Post-traumatic enlargement of the left orbit with dislocation of the orbital content into the maxilary sinus.

Con entità di enoftalmo da 2,5 mm a 6 mm si riscontra una differenza da 2,0 a 9,1 cm^3, con un aumento della superficie orbitaria da un minimo del 10% fino ad un massimo del 36,4%. In media un enoftalmo di 3,4 mm significa un aumento del volume della superficie ossea di 5,3 cm^3 (20,1%).

C'è una chiara correlazione fra il grado dell'enoftalmo e l'aumento del volume orbitario (p=0,048 in non paired «t»-test; p=0,001 in Wilcoxon signed-rank-test).

Quattro pazienti hanno riferito una doppia visione persistente con l'enoftalmo nella regione del campo visivo.

In questi pazienti abbiamo misurato un enoftalmo fra i 3 ed i 6 mm, con un aumento del volume fra 19,8 e 36,4%.

I pazienti Sc e Wi hanno presentato doppia visione (relativamente ad un aumento di volume del 25,6% e del 22,3%).

Si può affermare perciò che ad un aumento del volume di circa il 20% si accompagna uno sdoppiamento dell'immagine.

La dislocazione di parte dell'orbita (ossea) si rileva nella maggior parte dei casi a livello della superficie distale del pavimento orbitario.

Infatti su 7 dei 10 pazienti esaminati la dislocazione era infero-posteriore; in 6 pazienti su 10 si è riscontrato una dislocazione mediale con interessamento della lamina papiracea.

TABELLA IV. — Volume del grasso intraorbitario in pazienti con enoftalmo della tabella III.
Volume of the intraorbital fat in patients with enophthalmos of Table III.

Pazienti	Grasso- Volume (cc)		Differenza (cc)	%	Enoftalmo (mm)
	Patologico	Sano			
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
Totale	113,9	98,9	15		34,5
Media	11,3	9,8	1,5	14,8	3,45

L'aumento del volume orbitario era causato nella maggior parte dei casi dalle due modalità predette.

Invece la dislocazione della parete laterale orbitale (ala maggiore dello sfenoide e processo frontale dell'osso zigomatico) e del tetto dell'orbita, come pure difetti ossei orbitari, sono stati rilevati in 4 casi peraltro non sottoposti in precedenza a terapia.

Il volume orbitario ingrandito viene ad essere occupato da tessuti molli dislocati posteriormente (palpebre, bulbo, grasso periorbitale, quello che dal lato sano occupa la zona immediatamente vicina all'ingresso orbitario).

Abbiamo così riscontrato un aumento del volume dei tessuti molli nelle orbite enoftalmiche (tab. IV), pur se di livello insignificante.

Possiamo dunque affermare che non sussiste alcuna correlazione fra gravità dell'enoftalmo ed aumento di volume del tessuto molle.

Nel tessuto grasso, che abbiamo misurato con densità fra 100 e 0 HU, non si sono evidenziate zone con esiti cicatriziali.

In pazienti con tumori, nei quali era stata effettuata una resezione, si rilevava un aumento del volume orbitario che andava dal 18,5% fino a 35,2%.

Due dei 3 pazienti affetti da displasia fibrosa con interessamento unilaterale del-

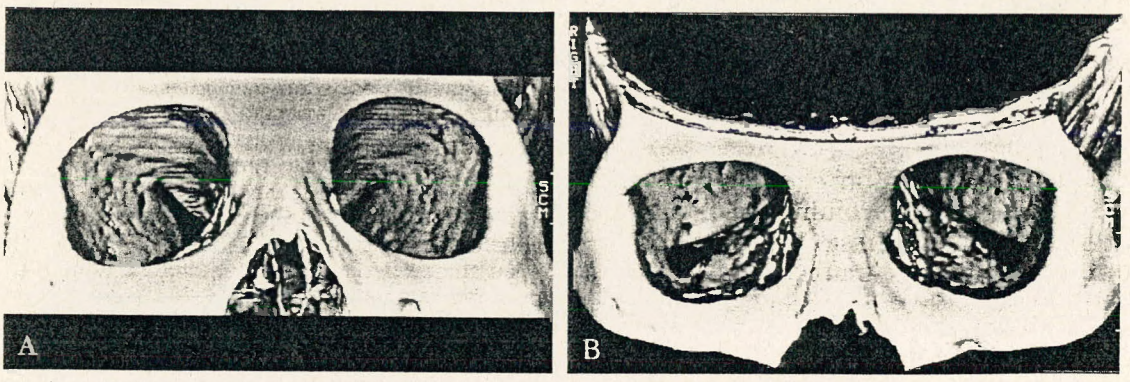


Fig. 5. — A) Volume orbitario normale in TriD. 5 dal basso in alto. B) Dall'alto in basso.
Normal orbital volume in three - dimensional CT from down to up. B) Normal orbital volume in three - diensional CT from up to down.

la regione orbitaria presentavano una riduzione del volume orbitario del 20,2% e del 24,3%.

Il terzo paziente con entrambe le orbite colpite dalla patologia, denotava una riduzione ancora più accentuata [15].

I cinque pazienti sani (indici), (fig. 5A-B) hanno presentato un volume orbitario fra 22,8 e 30,1 cm^3 (media 25,6 cm^3).

Il volume osseo orbitario nei crani sani macerati era in media 20,4 cm^3: ciò sta a significare che essi sono per il 25% più piccoli dei nostri probanti sani (media 25,6 cm^3); i crani provenivano dal sub-continente indiano.

Discussione e conclusioni

È da tutti riconosciuta la precisione delle misurazioni effettuate con computertomografi e con software attuali.

L'esame di pazienti sani [15] e il nostro gruppo di controllo (5 pazienti, 3 crani), dimostrano che il volume di entrambe le orbite nei pazienti sani non differisce di molto: differenze medie di 0,4 cm^3 (circa 2%) e massime di 1,9 cm^3 (circa 8%).

Pertanto l'indice di riferimento in caso di patologia unilaterale è rappresntato dal volume dell'orbita sana controlaterale.

Anche se si tratta di pazienti appartenenti alla stessa razza per la pianificazione degli interventi tesi a modificare in qualsiasi modo il volume orbitario, non ha significato prendere come punto di riferimento la media volumetrica orbitaria [15].

Questa affermazione è avvalorata dal fatto che il volume orbitario dei crani macerati di individui provenienti dal continente indiano, è in media il 25% in meno rispetto a quello della razza europea.

Bite *et al.* e Manson *et al.* [16 17] descrivono l'aumento del volume orbitario e lo spostamento del tessuto molle in pazienti con enoftalmo post-traumatico.

Manson [17] riferisce aumenti massimi del volume orbitario in caso di enoftalmo del 18% (non riferendo però sui mm dell'enoftalmo).

Noi invece abbiamo rilevato un enoftalmo di 6 mm ed un aumento massimo dell'orbita del 36,4%.

Bite *et al.* [16] come anche Manson *et al.* [17] non hanno riscontrato atrofie del grasso orbitario.

Lievi aumenti di densità sono riscontrabili in corrispondenza della zona di frattura ed indicherebbero un cambiamento in senso fibrotico.

Le differenze sono però tanto esigue che non si apprezza un contrasto netto fra le varie densità tessutali; questo ci induce a pensare che esiti cicatriziali non possono essere la causa dell'enoftalmo.

Il lieve aumento di tessuto adiposo, dovuto alla dislocazione verso la cavità orbitaria di quel tessuto adiposo periferico che contorna la periorbita, non è significativo.

A livello dell'ingresso orbitario la misurazione dell'orbita può essere problematica: come punti di riferimento mediale abbiamo preso la cresta lacrimale anteriore e se il piano assiale della TAC è troppo inclinato la fessura infraorbitaria diventa più grande a causa della geometria radiologica.

In traumi bilaterali il cambiamento volumetrico può essere superato estrapolando ed associando tutti i dati computertomografici possibili all'esperimento del chirurgo.

I software del futuro saranno in grado di riposizionare con immagini i frammenti fratturati e dislocati, e quindi di misurare il volume originale dell'orbita fratturata.

Riassunto

L'orbitovolumetria riveste notevole importanza nella correlazione di volumi orbitari patologicamente alterati.

Tali misurazioni sono state effettate su 22 pazienti e su 6 crani macerati utilizzando un computertomografo ad alta risoluzione.

Su 14 pazienti è stato rilevato un enoftalmo di origine varia, su 3 pazienti una displasia fibrosa interessante l'orbita, su 5 pazienti non si evidenziano alterazioni patologiche.

Su cinque pazienti con un enoftalmo unilaterale post traumatico un aumento del 20,1% del volume orbitario osseo corrispondeva ad un enoftalmo di 3,5 mm.

Viene così stabilito il rapporto o la correlazione fra l'entità dell'enoftalmo ed il volume orbitario.

L'enoftalmo non può essere correlato al volume

del grasso intraorbitario e soprattutto nei nostri pazienti non è stata riscontrata una atrofia post-traumatica del grasso intraorbitario.

Misurazioni volumetriche orbitarie effettuate su pazienti sani e su crani macerati vengono paragonate ai dati riportati in letteratura.

Il compito del chirurgo nella correzione dell'enoftalmo e nella ricostruzione del contorno osseo orbitario dopo resezione di tumori o di displasie fibrose viene notevolmente facilitato.

I risultati suggeriscono che l'allargamento osseo orbitario seguito da cambiamenti morfologici e di posizione dei tessuti molli è usualmente la causa dell'enoftalmo post-traumatico.

Modificazioni del volume dei tessuti molli sono invece poco significativi.

Parole chiave: Ricostruzione delle pareti orbitarie - Orbitovolumetria - Patologie orbitarie.

Bibliografia

1. Converse JM, Smith B. Enophthalmos and diplopia in fractue of the orbital floor. Br J Plast Surg 1957;9:265.
2. Rowe NL, Killey HC. Fractures of the facial skeleton. Baltimore: Williams and Wilkins, 1970:1970.
3. Rowe NL. The diagnosis of periorbital injuries. In: Schuchardt von K, Becker R, editors. Fortschritte der Kiefer - und Gesichtschirurgie Band XXII. Thieme: Stuttgarat, 1977;3-9.
4. Hemprich A, Emmerich KE, Prinz M. Neurologische und ophthalmologische Spatfolgen nach Frakturen des zygomatikoorbitalen Komplexes. In: Schwenzer N, Pfeifer G, editors. Fortschritte der Kiefer - und Gesichts. Chirurgie Bd. XXIV. Thieme: Stuttgart, 1979:153.
5. Kreusch T, Fleiner B, Friedrich D. Orbitabodenfraktur. In: Schwenzer N, Pfeifer G, editors. Fortschritte der Kiefer - und Gesichts - Chirurgie Bd. XXIV. Thieme: Stuttgart, 1979:190.
6. Samek M. Lokalisation und Ausmass von Orbitabodendefekten und Indikation zur Defektdeckung. In: Schwenzer N, Pfeifer G, editors. Fortschritte der Kiefer - und Gesichts - Chirurgie Bd. XXIV. Thieme: Stuttgart, 1979:193.
7. Hessling, KH. Indikation, Technik und Ergebnisse der Rekonstruktion von traumatichen defekten des knochernen Orbitabodens. In: Schwenzer N, Pfeifer G, editors.Fortschritte der Kiefer - und Gesichts - Chirurgie Bd. XXIV. Thieme: Stuttgart, 1979:207.
8. Carls F, Roth P, Sailer HF. Langseitergenbisse nach Orbitabodenrekonstruktionene it homologen Knochen - Knorped - Implantaten bei Mittelgesichtsfrakturen. In: Schwenzer N, Pfeifer G, editors. Fortschritte der Kiefer - und Gesichts - Chirurgie Bd. XXIV. Thieme: Stuttgart, 1979:212.
9. Esser E, Berges R, Meyer HJ. Langzeitergebnisse nach Versorgung von Trummer - und Defektfrakturen des Orbitadondes durch Kieferhöhlentamponade. In: Schwenzer N, Pfeifer G, editors. Fortschritte der Kiefer - und Gesichts - Chirurgie Bd. XXIV. Thieme: Stuttgart, 979;9:214.
10. Mohr C, Waubke TN. Zur Therapie kavernöser Orbitaangiome - klinische und funktionelle Erbegnisse. Dtsch Z Mund Kiefer Gesichts Chir 1992;16:179-84.
11. Witaker LA. Combined report of problems and complications in 793 craniofacial operations. Plast Reconstr Surg 1979;64:198.
12. Motoki DS, Altobelli DE, Mulliken JB. Enophthalmos Following Orbital Transposition for Craniofacial Malformations. Plast Reconstr Surg 1993;91:416.
13. Forbes G. Ophthalmopathy of Graves' disease: computerized volume measurements of the orbital fat and muscle. AJNR 1986;7:651-6.
14. Bite U. Quantitative Three - Dimensional CT Analysis of the Orbital Deformity in Neurofibromatosis. New Delhi IX IPRS: Tata McGraw-Hill Pub. Co. Ltd 1987:1-2.
15. Forbes G. Volume measurements of normal orbital strustures by computed tomographic analysis. AJNR 1985;145:149-54.
16. Bite U. Orbital volume measurements in enophthalmos using three - dimensional CT imaging. Plast Reconstr Surg 1985;75:502-8.
17. Manson PN. Studies on enophthalmos: II. The measurement of orbital injuries and their tretment by quantitative computed tomography. Plast Reconstr Surg 1986;77:203.
18. McGurk M. Orbital volume measured by a low - dose CT scanning technique. Dentomaxillofac Radiol 1992;21:70-2.