

Ghiduri de management al pacientilor cu traumatism cranio-cerebral grav

C. Berteanu, E. Gheorghita, O. Rata, M. Trifu, L. Neagoe,
C. Bucur, F. Lehanceanu*, M. Berteanu**

Introducere

Neurotrauma constituie o problema de sanatate publica extrem de importanta. In Statele Unite se estimeaza un procent de aproximativ 150000 de decese provocate de trauma, o treime din acestea fiind reprezentate de traumatismul cranio-cerebral sever. De asemenea aproximativ 1 milion de prezentari la departamentul de urgenta se datoreaza traumatismului cranian si aproximativ 230000 de internari rezultat al traumatismelor cranio-cerebrale (TCC).

Implementarea eficienta a centrelor de trauma si a protocoalelor de management al traumatismelor cranio-cerebrale pot imbunatati rezultatele si pot reduce dizabilitatea.

Mecanisme

A. Traumatismele inchise si penetrante

Traumatismele cranio-cerebrale se constituie in urma unui impact la nivelul capului, in interiorul caruia neuronii si vasele sanguine intracraniene sunt supuse flexiei, extensiei si unor forte de forfecare. Traumatismele inchise apar de obicei in accidentele de circulatie, industriale, caderi. Plagile provocate de arme sau proiectile si plagile injunghiate se concretizeaza in traumatismele penetrante.

* Spitalul Clinic de Urgenta Bagdasar-Arseni, Bucuresti

** Spitalul Universitar de Urgenta Elias, Bucuresti

B. Traumatismul cranio-cerebral (TCC) primar

Aceasta leziune cerebrală primară apare în momentul impactului și este ireversibilă.

C. TCC secundar sau întârziat

Leziunea cerebrală secundară apare datorită mai multor factori, incluzând dezvoltarea hematoamelor intracraniene, contuziile, edemul cerebral, anoxia și alte tulburări metabolice, hidrocefalia, pneumocefalia, convulsiile. Leziunea secundară poate fi adesea prevenită și în multe situații este reversibilă. În plăgile impuscate, extinderea leziunii nu se limitează la traiectoria proiectilului, ci și datorită efectului de explozie sau a undei de presiune rezultate din dispariția energiei dezvoltate prin decelarea glonțului de înaltă viteză.

Clasificarea

TCC pot fi închise sau deschise în funcție de apariția unei soluții de continuitate la nivelul scalpului care poate fi însoțită sau nu de fractură craniului sau de exteriorizare de țesut cerebral, dar o clasificare mai utilă se bazează pe scorul Glasgow Coma Scale.

1. Usor – GCS 14-15, pierderea conștiinței de scurtă durată (<5 minute).
2. Moderat – GCS 9-13.
3. Sever – GCS ≤ 8 care prin definiție semnifică coma.

Evaluarea inițială a pacientului cu traumatism cranio-cerebral

Evaluarea inițială trebuie integrată cu examinarea primară și secundară realizate în departamentul de primiri urgente. Aceste etape sunt precedate de managementul căilor aeriene, respirației și circulației (airway, breathing and circulation ABC).

A. Istoric

Trebuie obținut în mod expeditiv de la serviciul de medicină de urgență, martori sau chiar de la pacient un istoric detaliat pentru a putea aprecia următoarele:

1. Mecanismul leziunii

Include obținerea de informații referitor la viteza pe care o avea autoturismul în momentul în care s-a produs accidentul, gradul de distrugere al autovehiculului, ejectarea din autovehicul, arma de atac, tipul proiectilului sau al armei de foc, consumul sau nu de alcool și altele. Trebuie menținut un indice înalt de suspiciune relativ la posibilitatea asocierii de leziuni ale joncțiunii cranio-cerebrale sau coloanei cervicale superioare, când există un mecanism important în dezvoltarea leziunii craniene severe.

2. Examenul neurologic

Dupa obtinerea informatiilor de la personalul de medicina de urgenta se evalueaza pierderea constientei, aparitia modificarilor semnalate de examinarea neurologica in timpul transportului spre unitatea de primiri urgente, istoric de greata sau varsaturi, partea unde pupila se dilata prima.

3. Desfasurarea evenimentelor

Determina posibilitatea traumei multisistemice.

4. Simptome neurologice

Trebuie luat in considerare orice simptom neurologic descris de pacient: cefalee, schimbari la nivelul vederii, auzului, vorbirii, puterii motorii sau senzatiei, durere la nivelul gatului sau coloanei.

5. Consumul de alcool sau alte substante

B. Examinarea

1. Semnele vitale

Combinatia hipertensiune, bradicardie si modificari respiratorii (reflex Cushing), indica o crestere a tensiunii intracraniene care genereaza herniere transtentoriala. Este improbabil sa se instaleze hipotensiunea arteriala secundar traumei craniene, cu exceptia urmatoarelor circumstante:

- nou-nascuti sau copii mici care pot pierde un procent important din volumul sanguin intr-o hemoragie intracraniana sau
- adulti cu sangerare importanta in contextul unor leziuni ale scalpului sau traumatisme vertebromedulare insotite de soc neurogen.

Trebuie tratata hipotermia pentru ca poate agrava coagulopatia existenta si alterarea statusului neurologic.

2. Pupile dilatate

Dilatata unilaterala sau bilaterala a pupilei reprezinta o urgenta chirurgicala. Trebuie efectuata o explorare imagistica rapida inainte de realizarea unei explorari detaliate ulterioare. Se impune diagnosticarea si tratarea cauzelor de herniere cerebrala provocate de cresterea tensiunii intracraniene. Daca instabilitatea hemodinamica se instaleaza inaintea unei explorari craniene adecvate este necesara o trepanatie exploratorie de urgenta.

3. Nivelul de constienta si perceptie

Se impun examinari neurologice succesive pentru a face posibila diagnosticarea unei deteriorari intarziate cauzate de o leziune cerebrala secundara.

4. Inspectia

Trebuie identificate eventualele plagi sau defecte la nivelul scalpului, echimoze periorbitare, echimoze retroauriculare (semnul Battle), indicand fracturi de baza de craniu anterioare, respectiv fractura la nivelul stancii temporalului, fracturi deschise ale craniului, diformitati faciale sau cranio-

cervicale, indicand leziuni la nivelul scheletului cranio-facial. Sangerarea in canalul urechii sau otorinoree cu lichid cefalo-rahidian pot semnala fracturi de craniu si existenta riscului crescut de infectie. Fracturile craniului sau defectele determinate de proiectile sunt cel mai bine diagnosticate prin tomografie computerizata sau radiografii de craniu.

5. Nervii cranieni

Sunt examinati pentru identificarea unor neuropatii craniene traumatice sau unei leziuni de trunchi cerebral. Evaluarea mirosului nu are mare utilitate in cazul examinarii unui pacient comatos sau semiconstient. Detectarea lipsei mirosului in contextul unei contuzii semnaleaza gradul de severitate al fortelor de forfecare.

6. Pupilele

Se apreciaza dimensiunea, forma si reactia la lumina de fiecare parte. Prezentata unui defect pupilar aferent poate fi detectata prin testul „Swingin Flashlight” (pupila Marcus Gunn: reflexul mai lent si mai mic la lumina directa cu reflex consensual intact). Acest defect poate indica o neuropatie compresiva traumatica de nerv optic.

7. Acuitatea vizuala poate fi testata cu un card de buzunar pentru screening, prin numararea degetelor sau perceptia miscarii sau luminii. De asemenea se pot evalua campurile vizuale prin confruntare. Fundul de ochi poate evidentia edem papilar, hemoragii retiniene, dezlipire de retina sau leziuni la nivelul globului ocular. Midriaza farmacologica trebuie evitata cel putin pana cand poate fi aplicata o metoda de incredere pentru a monitoriza statusul neurologic al pacientului (o examinare clinica riguroasa sau utilizarea unor device-uri de monitorizare a presiunii intracraniene).

8. Miscarile oculare

Se pot examina la pacientul constient, cooperant. Manevrele tip ochi de papusa trebuie evitate in cazul traumei datorita riscului de agravare a unei leziuni de coloana cervicala. Trebuie montate gulere cervicale rigide pana la excluderea cu fermitatea a acestui tip de leziune.

9. Functia faciala motorie si senzitiva

Fracturile de masiv facial pot limita examinarea. Leziunea de nerv facial trebuie identificata precoce pentru ca poate necesita decompresie chirurgicala. Refluxul cornean se utilizeaza in aprecierea functiei nervului facial si trigemen la pacientul comatos.

10. Auzul si echilibrul

Inaintea evaluarii auzului trebuie inspectate canalele auditive externe sau membranele timpanice. Pierderea auzului prin transmitere osoasa semnaleaza disruptia oscioarelor si poate necesita corectie chirurgicala. Trebuie excluse si alte cauze de vertigo sau ameteala inainte de a atribui ameteala

posttraumatica unei contuzii vestibulare concomitente. Disfunctia nervilor cranieni inferiori (9-12) este neobisnuita in trauma, dar totusi trebuie exclusa in cazul dizartriei posttraumatice.

11. Membrele

Trebuie efectuata o examinare completa motorie, senzitiva si a reflexelor la nivelul celor 4 extremitati. Orice slabiciune, rigiditate sau afectare senzitiva ridica suspiciunea asocierii unui traumatism vertebro-medular. De asemenea trebuie recunoscute pattern-urile specifice de posturare (decerebrare, decorticare sau refluxul triplu de flexie-retragere sau socul spinal).

12. Coloana vertebrala

Se inspecteaza cu atentie si se palpeaza cu blandete intreaga coloana pentru a evidentia orice diformitate sau sensibilitate. Se recomanda o examinare rectala pentru aprecierea tonusului rectal, contractiei voluntare a sfincterului si a refluxului bulbocavernos. Tuseul rectal se impune la toti pacientii comatosi si la toti pacientii constienti la care exista o suspiciune de traumatism vertebro-medular. In functie de situatie se recomanda evaluarea mersului.

Plan de tratament pentru pacientul cu traumatism cranio-cerebral aplicat dupa evaluarea initiala

Dupa examinarea initiala, urmeaza o evaluare cu acuratete a riscului de leziune intracraniana in scopul realizarii triajului pacientilor spre domiciliu, internare sau transfer intr-o unitate spitaliceasca. Apoi, in functie de caz se fac investigatii diagnostice suplimentare.

Pacientii cu traumatism cranio-cerebral minor, fara pierderea constientei si fara semne de intoxicatie, cu simptome minime (cefalee usoara sau ameteala) pot fi externati cu instructiuni standard specifice traumatismelor cranio-cerebrale, cu conditia sa fie sub observatia membrilor familiei si sa aiba acces facil, in timp scurt la un spital de urgenta. Agravarea cefaleei impune reevaluare prompta si reinternare. Internarea se impune in urmatoarele situatii:

- a. Pacienti cu orice alte simptome neurologice
- b. TCC moderat sau sever
- c. Modificari evidentiata prin tomografie computerizata
- d. Abuz de substante
- e. Circumstante suspecte ale producerii TCC
- f. Lipsa accesului in timp util la o unitate spitaliceasca cu profil de urgenta
- g. Lipsa unei supravegheri adecvate in perioada imediat urmatoare traumei

Investigatii diagnostice

A. Radiografia craniului

Are o valoare limitata in managementul modern al traumei craniene, pentru ca tomografia computerizata ofera informatii clare si complete in scop diagnostic. Radiografia poate fi utila pentru localizarea unui corp strain radio-opac.

B. Tomografia computerizata craniana

A devenit standardul de aur in evaluarea diagnostica a traumatismului cranio-cerebral. Furnizeaza informatii despre hemoragia intracraniana, edemul cerebral, fracturile craniului, pneumocefalie, hidrocefalie si infarct (la 6-24ore). Tomografia computerizata cu substanta de contrast se impune cand trebuie evaluata integritatea vasculara cerebrala cu ajutorul angiogrammei CT, respectiv in cazul leziunii craniene penetrante sau a fracturilor de baza de craniu care implica structuri vasculare.

C. Rezonanta magnetica

Nu este in mod obisnuit necesara in TCC acut. Poate fi utila in detectarea leziunilor axonale difuze, leziunii de trunchi cerebral, modificarilor neurologice preexistente cand este efectuata dupa faza acuta a traumei.

D. Angiograma cerebrala

In centrele tertiare de trauma, angiograma CT a inlocuit in mod esential angiograma cerebrala invaziva. Poate fi utila in cazul leziunii craniene penetrante, cand CT-ul nu este disponibil.

E. Investigatii nucleare ale perfuziei cerebrale

Sunt indicate pentru aprecierea prezentei sau absentei perfuziei cerebrale cand se presupune ca testul apneei este inadecvat pentru evaluarea mortii cerebrale in TCC sever (ex. leziune inalta de coloana cervicala).

Managementul pacientilor cu TCC in spital

Toti pacientii internati necesita examinari neurologice repetate. In cazul TCC minor cu modificari benigne pe tomografia computerizata craniana (fara leziuni potential expansive) se recomanda internarea pacientilor pe sectia chirurgicala cu monitorizare neurologica frecventa, preferabil la 2 ore. Toti ceilalti pacienti trebuie admisi in terapie intensiva si examinati neurologic la fiecare ora. Daca examenul neurologic nu arata ameliorare sau deteriorare se efectueaza tomografii computerizate de urmarire.

A. Ridicarea capului

Presiunea intracraniana (PIC) se poate reduce cu 30-45 grade prin ridicarea capului.

B. Repaus la pat

C. Evitarea hipertemiei

Administrarea de acetaminophen si aplicarea de mijloace de racire

D. Mentinerea normovolemiei

Administrarea de fluide izotone (SF+20mEq KCl/l) cu o rata de mentinere adecvata pastrarii normovolemiei pentru a evita leziunea secundara.

E. Nimic per os

Pacientul nu trebuie sa inghita nimic pana cand statusul alert nu ofera garantia protectiei cailor aeriene de aspiratie.

F. Intubatia orotraheala si ventilatia asistata

In TCC severe si in situatiile cu risc de compromitere a cailor aeriene (fracturi masiv faciale, intoxicatii severe) IOT si ventilatia asistata se impun.

G. Evitarea compresiei venei jugulare prin gulere cervicale prea stranse, rotatia capului etc.

H. Monitorizarea seriata a electrolitilor, gazelor sanguine, osmolalitatii, nivelului seric al medicamentelor antiepileptice si parametrilor coagularii.

I. Mentinerea unei tensiuni arteriale normale

Pentru a optimiza perfuzia cerebrala trebuie asigurata o presiune de perfuzie cerebrala (PPC) de 70 mmHg sau mai mare (la pacientii cu monitorizare a PIC) sau o presiune arteriala medie (PAM) de 90 mmHg sau mai mare. Autoreglarea fluxului sanguin cerebral care este afectata in TCC poate contribui la aparitia leziunii cerebrale secundare prin hipotensiune si hipovolemie (PCC=PAM-PIC)

J. Monitorizarea continua a presiunii intracraniene

Se aplica pacientilor cu TCC sever sau la cei cu TCC moderat la care se practica proceduri chirurgicale non-neurologice care necesita anestezie.

K. Steroizii

Nu s-au dovedit eficienti in cazul TCC.

L. Antiemetice si analgezice blande

M. Tratament antiepileptic

Nu s-a demonstrat ca ar putea preveni convulsiile post-traumatice tardive. Dar totusi au o contributie importanta la prevenirea convulsiilor post-traumatice precoce (in primele 1-2 saptamani). Convulsiile post-traumatice imediate pot fi tratate cu benzodiazepine.

N. Manitol intravenos

Se administreaza pentru a controla PIC. Se presupune ca mecanismul de actiune este multifactorial incluzand diureza osmotica, efectul antioxidant, actiune anti-radicali liberi. Se poate utiliza ca masura de temporizare la pacientii in drum spre sala de operatie, impotriva leziunilor cu efect de masa sau a deteriorarii semnalate de examenul neurologic. Pentru controlul PIC se administreaza un bolus de 0,25-1g/kg, cu o doza de mentinere de 0,25-0,5g/kg la fiecare 6-8 ore. Pentru a evita efectele adverse ale hipernatremiei

si hiperosmolalitatii trebuie monitorizate nivelul seric al sodiului si osmolalitatea.

O. Diuretice

Se pot folosi alaturi de manitol.

P. Serul hipertons

Se recomanda administrarea de bolusuri in concentratii variate (2%-23%) in cazul hipertensiunii intracraniene la adulti ti la copii cu TCC.

Q. Sedative cu durata de actiune scurta si relaxante musculare

Se pot folosi ca adjuvante in cadrul managementului medical al hipertensiunii intracraniene refractare.

R. Hiperventilatia

Trebuie evitata pentru ca poate determina ischemie cerebrala prin vasoconstrictie persistenta. Cand se practica ca masura temporizatoare, P_{CO_2} trebuie mentinuta la aproximativ 30-35 mmHg.

S. Monitorizarea PIC

Indicatii

1. In TCC seve ($GSC \leq 8$)
2. La pacientii care nu pot fi monitorizati prin examinari neurologice clinice (interventii chirurgicale emergente pentru alte leziuni sistemice, paralizia farmacologica, intoxicatie severa).
3. La pacientii care se deterioreaza si la care nu s-a evidentiat prin CT o leziune focalizata, tratabila chirurgical
4. In coma indusa in scop terapeutic in TCC.

Tipuri

S-au descris diferite tipuri de monitoare PIC: subdural, intraparenchimatous si intraventricular. Localizarile intraventriculara si intraparenchimatousa sunt cele mai utilizate. Unde este posibil, se prefera insertia cateterelor intraventriculare pentru ca acestea permit drenajul terapeutic al LCR asociat monitorizarii PIC. Daca ventriculii sunt foarte ingusti datorita edemului cerebral sau leziunilor cu efect de masa, varianta fibro-optica intraparenchimatousa reprezinta o alternativa mai facila

Riscuri si complicatii

1. Infectia
2. Malpozitia
3. Hemoragia.

Interventia chirurgicala decompresiva in hipertensiunea intracraniana severa

Ca tratament chirurgical in hipertensiunea refractara severa se practica: hemicraniectomia decompresiva sau craniectomia bifrontala, debridarea

contuziei, lobectomia frontala si temporală. Deși îmbunătățirea rezultatului nu a fost stabilită cu exactitate, intervențiile de acest tip și-au dovedit beneficiul la pacienții tineri cu un scor GCS bun inițial, care se prezintă rapid după trauma și care se deteriorează ulterior.

Terapia cu Pentobarbital

În hipertensiunea intracraniană refractară se poate recurge la inducerea comei. Deși s-a obținut reducerea PIC prin administrarea barbituricelor sub formă inducerii comei, îmbunătățirea rezultatului este controversată. Această terapie acționează în principal prin reducerea activității metabolice cerebrale și consecutiv al consumului cerebral metabolic de oxigen. Regimurile de administrare tind să mențină un nivel seric de pentobarbital de 3-5mg % sau obținerea pe EEG de „burst suppression” (adevărată coma barbiturică). Se administrează un bolus intravenos sau bolusuri (5-10 mg/kg), urmate de o rată de menținere de 1mg/kg/h. Pentru a ghida această terapie se recomandă monitorizarea funcției cardiace prin montarea de catetere Swan-Ganz (datorită acțiunii depresante cardiace a pentobarbitalului), dozarea nivelului seric al drogului, EEG și culegerea potențialelor evocate auditive de la nivelul trunchiului cerebral (BAER).

41

Leziunea axonală difuză (LAD)

Este determinată de leziunea de forfecare produsă la nivelul axonilor prin decelerare bruscă, accelerare sau prin forțele rotaționale, distribuindu-se difuz și implicând în special structuri profunde. Se întănește la pacienții cu deficite neurologice severe și CT normal sau la pacienți la care deficitele neurologice sunt neașteptate, raportat la leziunile descrise de CT-ul cranian. Hemoragiile focalizate în substanța albă profundă, corpul calos, sau în trunchiul cerebral sunt sugestive pentru LAD. RMN-ul poate evidenția leziunile, depistarea fiind utilă pentru prognostic. Examinarea microscopică evidențiază retracții la nivelul axonilor, stele microgliale și degenerarea tractului la nivelul substanței albe.

Fracturile craniului

A. CLASIFICARE

1. Deschise sau închise – în funcție de prezența sau absența de plagă a scalpului care se suprapune
2. La nivelul: bazei de craniu, sinus, maxilofacial

B. INDICAȚII CHIRURGICALE

1. Depresie importantă

2. Fracturi compresive
3. Scurgere persistenta de LCR

C. ANTIBIOTERAPIA IN FRACTURILE DE BAZA CRANIU

Se practica terapia antibiotica empirica cu spectru larg, in general administrata timp de 1-2 saptamani , in special la copii in cazul fracturilor de baza craniu sau a fracturilor care se suprapun peste sinusuri sau canalul auditiv extern.

42

D. FRACTURILE SINUSULUI FRONTAL

1. Perete anterior
2. Perete posterior
3. Fracturi in regiunea ductului fronto-nazal

E. FRACTURILE CRANIULUI LA COPII

1. "Pond" – Fractures (Fracturi minge de ping-pong)
2. "Growing" – fractures
3. Diastazis – suturi

Leziuni extra-axiale

- A. HEMATOMUL EPIDURAL ACUT
- B. HEMATOMUL SUBDURAL ACUT

Complicatii tardive ale TCC

- A. HIDROCEFALIE COMUNICANTA
- B. CONVULSII POSTTRAUMATICE TARDIVE
- C. DISFUNCTIA ENDOCRINA
- D. INFECTII DE SISTEM NERVOS CENTRAL
- E. DEMENTA SAU ENCEFALOPATIE
- F. ANEVRISEME TRAUMATICE

Trauma penetranta

Managementul general este similar traumatismului inchis. Poate fi necesara efectuarea unei angiografii cerebrale daca se suspicioneaza o posibila leziune vasculara determinata de proiectil sau arma.

Reabilitarea pacientului politraumatizat

1. DIZABILITATEA POST TRAUMA
- A. Leziunea este cauza principala de deces si de limitare functionala la adultii < 45 ani, cu o rata a dizabilitatii posttraumatice intre 19 si

80%.

B. Un plan functional bun este construit pe baza unei evaluari riguroase a functiilor. Prognosticul asupra recuperarii functionale se bazeaza pe aprecierea cu acuratete a consecintelor functionale ale leziunii, pe cunoasterea istoricului natural si a interventiilor medicale si terapeutice disponibile.

2. VEDERE DE ANSAMBLU ASUPRA PROCESULUI DE REABILITARE

A. FAZA INITIALA a reabilitarii incepe cu o evaluare completa a afectarii primare a pacientului. In aceasta prima faza, interventiile medicale si terapeutice sunt destinate prevenirii si limitarii oricarei afectari secundare care determina compromiterea functionala. Afectarea secundara include contractura articulatiilor, slabiciune musculara, leziune de nervi periferici, osificare heterotopica si deconditionare. Pentru evitarea afectarii secundare se pot efectua urmatoarele: mobilizare rapida, blocuri de nervi periferici, pozitionare functionala, bracing, range of motion (ROM).

FAZA SECUNDARA a reabilitarii se focalizeaza pe obtinerea unui statut al pacientului care sa permita externarea si transferul intr-un departament subacut si este concomitenta cu eforturile medicale si chirurgicale de a stabili pacientul. Activitatile in aceasta faza includ trainingul pentru obtinerea mobilitatii functionale, intarirea fortei musculare si trainingul cu dispozitive de asistare.

FAZA A TREIA este faza postacuta care se poate desfasura in mai multe tipuri de unitati: spital de reabilitare pacienti acuti, centre pentru subacuti, departamente cu facilitati de nursing special, la domiciliu. Activitatile de reabilitare depind de statutul medical, cognitiv si functional al pacientului. Tranzitia in etapa postacuta se face imediat ce echipa medicala sau chirurgicala apreciaza ca pacientul nu mai necesita intensitatea ingrijirii medicale potrivite spitalelor de urgenta. Scopul reabilitarii in timpul acestei faze este obtinerea independentei functionale si stabilitate medicala nesupervizata.

B. ECHIPA DE REABILITARE – medic specialist de recuperare medicala, kinezoterapeut, terapeut ocupational, logoped, psiholog.

BIBLIOGRAFIE

1. Greenberg MS. Handbook of neurosurgery, 5th ed. New York: thieme, 2000.
2. Horn P, Munch E, Vajkoczy P, et al. Hypertonic saline solution for control of elevated intracranial pressure in patients with exhausted response to mannitol and barbiturates. *Neurol Res* 1999; 21(8):758-64.
3. Joint Project of Brain Trauma Foundation, American Association of Neurological Surgeons. Management and prognosis of severe traumatic brain injury-joint section on neurotrauma and critical care, 2000.
4. Khanna S, Davis D, Peterson B, et al. Use of hypertonic saline in the treatment of severe refractory posttraumatic intracranial hypertension in pediatric traumatic brain injury. *Crit care Med* 2000; 28(4):1144-51.
5. Munch E, Horn P, Schurer L, et al. Management of severe traumatic brain injury by decompressive craniectomy. *Neurosurgery* 2000; 47(2):315-22.
6. Polin RS, Shaffrey ME, Bogaev CA, et al. Decompressive bifrontal craniectomy in the treatment of severe refractory posttraumatic cerebral edema. *Neurosurgery* 1997;41(1):84-92.
7. Qureshi AI, suarez JI, Castro A, et al. Use of hypertonic saline/acetate infusion in treatment of cerebral edema in patients with head trauma: experience at a single center. *J Trauma* 1999;47(4):659-65.
8. Taylor A, Butt W, Rosenfeld J, et al. A randomized trial of very early decompressive craniectomy in children with traumatic brain injury and sustained intracranial hypertension. *Childs Nerv Syst* 2001; 17(3):154-62.
9. Delisa A, ed. Rehabilitation medicine principles and practice. Philadelphia: Lippincott-Raven, 2006.
10. Holbrook TL, et al. outcome after major trauma: discharge and 6th month follow-up results from the Trauma Recovery Project. *J Trauma* 1998; 45(2):315-23.
11. Katz DI, Alexander MP. Traumatic brain injury. Predicting course of recovery and outcome for patients admitted to rehabilitation. *Arch Neurol* 1994;51(7):661-70.