

Kognitivne posledice več let po hudi kraniocerebralni travmi v otroštvu

Janez Ravnik^{1}, Matej Lipovšek¹, Alenka Sever² in Katarina Bračič³*

¹Splošna bolnišnica Maribor, Oddelek za nevrokirurgijo, Maribor

²Inštitut za klinično nevrofiziologijo, SPS Nevrološka klinika, Klinični center Ljubljana, Ljubljana

³Splošna bolnišnica Maribor, Oddelek za pediatrijo, Maribor

Povzetek: Pri kognitivni oškodovanosti otrok po kraniocerebralni travmi je dolgo prevladovalo mnenje, da zanjo velja t.i. Kennardin princip: mlajši kot je otrok v času poškodbe, blažje bodo posledice. Namen naše raziskave je bil ugotoviti obseg kognitivne oškodovanosti več let po hudi kraniocerebralni travmi v otroštvu, oceniti vpliv starosti ob poškodbi ter uporabnost nekaterih kliničnih dejavnikov za dolgoročno napoved okrevanja. Z nevropsihološkimi testi smo testirali šestnajst otrok oz. adolescentov, ki so pred vsaj šestimi leti utrpeli hudo kraniocerebralno travmo. Kljub odsotnosti nevroloških izpadov pri večini pa je bila pri eni osmini do eni polovici še vedno prisotna oškodovanost različnih kognitivnih funkcij. Najpogosteje je bil oškodovan spomin. Udeleženci, ki so bili v času poškodbe stari več kot šest let, so imeli v povprečju boljše rezultate na praktično vseh testih v primerjavi z mlajšimi. Starost je najbolj vplivala na oškodovanost funkcij čelnih možganskih režnjev. Klinični dejavniki so imeli omejeno napovedno vrednost, za najbolj uporabno se je izkazalo trajanje kome. Rezultati kažejo trend, ki nasprotuje Kennardinemu principu: mlajši kot je otrok, hujše so posledice kraniocerebralne travme. Za otroke po tovrstni poškodbi je potrebna ustrezna dolgotrajna obravnava njihove kognitivne oškodovanosti.

Ključne besede: poškodbe možgane, nevropsihološko ocenjevanje, kognitivne sposobnosti, spomin, inteligentnost

Cognitive consequences several years after severe pediatric traumatic brain injury

Janez Ravnik¹, Matej Lipovšek¹, Alenka Sever² and Katarina Bračič³

¹Maribor Hospital, Department of Neurosurgery, Maribor, Slovenia

²University Medical Center Ljubljana, Neurological Clinic, Institute for Clinical Neurophysiology, Ljubljana, Slovenia

³Maribor Hospital, Department of Pediatrics, Maribor, Slovenia

Abstract: Judgment of the cognitive deficits after severe pediatric traumatic brain injury was for long time under the influence of the so called Kennard's principle: the younger the child at the time of injury, the better the outcome. The purpose of our study was to assess cognitive deficits several years after severe traumatic brain injury in childhood, to evaluate the effect of age at injury and usefulness of various clinical factors for long-term outcome prediction. Sixteen children or adolescents, who experienced

**Naslov / address: Janez Ravnik, dr. med., Splošna bolnišnica Maribor, Oddelek za nevrokirurgijo, Ljubljanska 5, 2000 Maribor, Slovenija, e-mail: jrvanik@hotmail.com*

severe head injury at least six years ago, were neuropsychologically tested. Despite the absence of neurological deficits in the majority, deficits in various cognitive functions were still detected in one eight to one half of participants. Memory was most frequently affected. Those who were at the time of injury more than six years old, had on average better results on almost all tests. Age had the greatest impact on deficits of the frontal lobe functions. Clinical factors were of limited predictive value, length of coma was the most useful. The results indicate tendency that is opposite to the Kennard's principle: the younger the child, the worse are the consequences of traumatic brain injury. Children who had such injury need appropriate long-term treatment of their cognitive deficits.

Key words: brain damage, neuropsychological assessment, cognitive ability, memory, intelligence

CC=2520

Travmatska poškodba glave in možganov (kraniocerebralna travma) je pogost vzrok obolevnosti in umrljivosti. Dojenčki in mlajši otroci pri njej veljajo za posebej rizično skupino, kjer izmed vseh poškodb ravno tovrstne poškodbe predstavljajo najpogostejši vzrok smrti (Powell in Tanz, 2002). Ob uporabi preprostih ocenjevalnih lestvic je okrevanje otrok po hudi kraniocerebralni travmi v približno 60 % ocenjeno kot dobro oz. zadovoljivo (Chiaretti, Piastra, Pulitano, Pietrini, De Rosa, Barbaro in Di Rocco, 2002). Samo vrednotenje posledic pa je lahko bolj natančno ob upoštevanju različnih vidikov, npr. fizičnega, emocionalnega, kognitivnega, vedenjskega, socialnega.

Kognitivna oškodovanost je znana posledica kraniocerebralne travme pri otrocih (Cronin, 2001). Za tovrstno oškodovanost se je dolgo časa mislilo, da zanjo velja t.i. Kennardin princip. Ta pravi, da so posledice poškodb možganov manj hude, če nastanejo zgodaj v življenju (Spreen, Tupper, Risser, Tuokko in Edgell, 1984). Veljavnost tega principa so sprva potrjevale tako študije na živalih kot tudi primerjave otrok in odraslih po primerljivih možganskih okvarah, npr. po odstranitvi polovice možganske skorje – hemisferektomiji. Pri slednjih naj bi se nevrološki izpadi in težave z govorom pri otrocih popravili bistveno bolje kot pri odraslih (McFie, 1961). Otroški možgani naj bi bili ravno zaradi svoje nezrelosti sposobni večjega okrevanja. Funkcije, za katere so bili zadolženi poškodovani možganski predeli, se pri njih lahko prenesejo oz. ponovno vzpostavijo v zdravih možganskih predelih. To sposobnost otroških možganov so poimenovali možganska plastičnost (Spreen in dr., 1984). Zdelo se je, da mlajši kot je otrok, bolj »plastični« so njegovi možgani.

Kasnejše raziskave niso v celoti potrdile Kennardinega principa, nekatere pa so ga celo popolnoma zavrnile (po Spreen in dr., 1984). Vpliv starosti ob poškodbi je bil predmet tudi nekaterih novejših študij, ki prav tako niso potrdile omenjenega principa. Pokazale so celo obraten trend, t.j. da so posledice kraniocerebralne travme tem hujše, čim mlajši je otrok v času poškodbe (Anderson, Catroppa, Morse, Haritou, in Rosenfeld, 2000; Verger, Junqué, Jurado, Tresserras, Bartumeus, Nogués in Poch, 2000).

Novejše raziskave tako dajejo nov pogled na možgansko plastičnost. Le-ta ne more biti razumljena zgolj skozi časovno perspektivo. Modernejši pogled možgansko

plastičnost opredeljuje kot sposobnost spreminjanja in prilagajanja možgan, kjer tekom časa prihaja do spremembe strukture in funkcije kot odgovora na različne zunanje in notranje spremembe (Black, 1995). Plastičnost je kontinuiran proces, ki ne poteka samo v otroških možganih. Nanjo vpliva vrsta notranjih in zunanjih dejavnikov (Chapman in McKinnon, 2000). Pri otroški kraniocerebralni travmi so notranji dejavniki npr. starost, stopnja kognitivnega razvoja, intelektualno funkcioniranje pred poškodbo, obseg poškodbe možganov; med zunanje pa bi lahko šteli zdravstveno oskrbo po poškodbi, družinske razmere, oblike pomoči pri izobraževanju, različne načine rehabilitacije ipd. Stopnja okrevanja po poškodbi je tako posledica medsebojnega vplivanja mnogih dejavnikov.

Namen naše raziskave je bil ovrednotiti kognitivno oškodovanost več let po hudi kraniocerebralni travmi v otroštvu. Poleg samega vpliva starosti ob poškodbi pa smo želeli dobiti vpogled tudi v prognostično vrednost nekaterih kliničnih dejavnikov, ki se pogosto uporabljajo za vrednotenje resnosti kraniocerebralne travme.

Metoda

Udeleženci

Raziskava je skušala zajeti vse bolnike, mlajše od 14 let, ki so se od decembra 1986 do januarja 1995 zdravili zaradi hude poškodbe glave (t.j. bili ob sprejemu v bolnico po Glasgowski koma lestvici ocenjeni z 8 ali manj) v Splošni bolnišnici Maribor. V raziskavi je prostovoljno sodelovalo 16 udeležencev (12 moškega in 4 ženskega spola). Ena oseba v raziskavi ni želela sodelovati. Povprečna starost ob poškodbi je bila 6 let (razpon 1 – 13 let), povprečna starost ob testiranju pa 17 let (razpon 12 – 23 let). Za nobenega od udeležencev v anamnezi ni bilo podatka o mentalni retardaciji, nevrološkem ali psihiatričnem obolenju. V kasnejši statistični obdelavi so bili udeleženci glede na starost ob poškodbi razdeljeni v dve skupini: mlajšo (starost ob poškodbi 6 let ali manj – 8 udeležencev) ter starejšo (starost ob poškodbi več kot 6 let – 8 udeležencev).

Pripomočki

Za merjenje inteligentnosti sta bila, odvisno od starosti, uporabljena tretja verzija Wechslerjeve lestvice za otroke (WISC III-SI) ali pa druga verzija Wechsler-Bellevue (WB-II) lestvice inteligentnosti za odrasle. Za nevropsihološko oceno smo uporabili baterijo standardnih nevropsiholoških testov: izvršitvene funkcije smo ocenili s pomočjo Stroopovega barvno-besednega testa ter Wisconsinkega testa sortiranja kartic (ang. Wisconsin Card Sorting Test – WCST), za oceno pozornosti smo uporabili D2 test pozornosti, vizualni spomin smo ocenili z Reyevim testom kompleksnih figur (ang.

Rey Complex Figure Test – RCF), besedni pa z Reyevim testom besednega učenja (Rey Auditory Verbal Learning Test – RAVLT), za oceno vidnoprstorskih funkcij pa smo uporabili Bentonov test orientacije linij ter kopiranje lika pri testu RCF. Zavest ob sprejemu je bila ocenjena s pomočjo Glasgowske koma skale (GKS – glej tabelo 1). Upošteva se seštevek točk treh parametrov (odpiranje oči, govor in motorični odziv) in lahko zavzema vrednosti od 3 do 15.

Postopek

Testiranje je potekalo na Oddelku za nevrokirurgijo Splošne bolnišnice Maribor od novembra 2002 do februarja 2003, to je v povprečju 11 let po poškodbi glave. Testiranje je bilo individualno. Samo testiranje je potekalo v skladu s standardnimi navodili, navedenimi v priročnikih za vsak test. Zaporedje aplikacije testov je bilo vedno enako. Prva je bila aplikacija testov inteligentnosti, nato je sledil kratek odmor, sledila je aplikacija nevropsiholoških testov. Pri udeležencih, ki so bili ob testiranju stari 16 let ali manj, smo za testiranje inteligentnosti uporabili test WISC III-SI, pri starejših pa test WB II.

Za vsakega udeleženca smo iz popisov bolezni pridobili tri klinične podatke o

Tabela 1: Ocena zavesti po Glasgowski koma lestvici (povzeto po Bunc, Strojnik in Flis, 1992).

Ocenjevan parameter	Število točk
<i>Odpiranje oči</i>	
spontano	4
na poziv	3
na bolečino	2
ne odpira	1
<i>Govor</i>	
orientiran	5
zmeden	4
nepravilen	3
nerazumljiv	2
ni odziva	1
<i>Motorični odziv</i>	
uboga povelja	6
lokalizira bolečino	5
umika na bolečino	4
fleksija na bolečino	3
ekstenzija na bolečino	2
ni odziva	1

poškodbi: oceno zavesti po GKS ob sprejemu, trajanje kome ter prisotnost oz. odsotnost generaliziranega možganskega edema (otekline možgan). Slednjega smo ugotavljali s pomočjo slik glave z računalniško tomografijo (RT). Vsak od surovih testnih rezultatov je bil v skladu z v testnih priročnikih objavljenimi starostnimi normami izražen kot rezultat na standardizirani lestvici (t.j. lestvici z aritmetično sredino 100 in standardno deviacijo 15). Vsak testni rezultat je bil tudi kategoriziran v eno od treh skupin: oškodovan (standardiziran rezultat manjši od 80), normalen (standardiziran rezultat od 80 do 119) in superioren (standardiziran rezultat 120 in več).

Za primerjavo rezultatov dveh starostnih skupin je bil uporabljen t-test za neodvisne vzorce, za primerjavo rezultatov glede na prisotnost/odsotnost generaliziranega možganskega edema pa (zaradi številčne razlike med skupinama) Mann-Whitneyev U test. Za ugotavljanje povezanosti posameznih kliničnih dejavnikov (starost ob travmi, čas od travme do testiranja, ocena zavesti po GKS, trajanje kome) s testnimi rezultati smo izračunali Pearsonove koeficiente korelacije. Pri vseh statističnih testih je bila kot meja statistične pomembnosti določena vrednost 0.05.

Rezultati

Najpogostejši vzrok za kraniocerebralno travmo v naši skupini udeležencev so bile prometne nesreče (pri desetih udeležencih), po pogostosti so jim sledili padci z višine (pri štirih udeležencih). Enega udeleženca je povozil vlak, enega pa je zbil traktor na domačem dvorišču. Slikovnodidiagnostične preiskave so v času poškodbe pokazale, da je bil pri osmih udeležencih prisoten zlom lobanje in/ali lobanjskega dna, od tega je bila v treh primerih zlomljena kost vdrt. Prav tako v osmih primerih je bila prisotna udarnina možganovine. Subduralni in/ali epiduralni hematomi so bili prisotni pri dveh udeležencih. Generaliziran možganski edem je utrpelo pet udeležencev. Povprečna ocena zavesti po GKS ob sprejemu je bila 6.5 (razpon 4 – 8), povprečno trajanje kome pa 6 dni (razpon 1 – 14 dni). Nevrokirurško operativno oskrbo so potrebovali trije udeleženci. Ob nevropsihološke testiranja so bili pri dveh udeležencih še prisotni nevrološki izpadi, ostali pa so bili brez njih.

Štirinajst udeležencev je bilo vključeno oz. je še vključenih v normalno šolo, dva pa sta potrebovala prilagojen program šolanja. Dva udeleženca sta se v času testiranja šolala na fakulteti, dva obiskovala gimnazijo, dva pa v srednjo šolo s triletnim programom. Pet jih je bilo vključenih v osnovno šolo. En udeleženec je že končal srednjo šolo s štiriletnim programom, dva pa srednjo šolo s triletnim programom, vsi trije so zaposleni.

Rezultati za celotno skupino udeležencev so prikazani v tabeli 2. Rezultati so uvrščeni v eno izmed treh kategorij, kot je to opisano v metodi. En udeleženec zaradi nezadostno razvitih kognitivnih sposobnosti ni bil sposoben sodelovati pri nobenem izmed testov, en udeleženec pa ni bil zmožen sodelovati pri kasnem priklicu na RCF ter pri Bentonovem testu orientacije linij. Rezultati na testih, kjer udeleženca nista bila sposobna sodelovati, so v tabeli 2 kategorizirani kot oškodovani. Ta dva udeleženca

sta tudi edina, ki sta imela tudi več let po travmi še prisotne nevrološke izpade ter se nista mogla vključiti v normalno šolo. Delež rezultatov, ki so bili opredeljeni kot oškodovani, se za celotno skupino giblje med eno osmino in eno polovico. Največ oškodovanosti je bilo pri testih spominskih funkcij, največ rezultatov, kategoriziranih kot superiornih pa je bilo pri testih inteligentnosti.

Tabela 3 prikazuje povprečne rezultate dveh skupin udeležencev, razdeljenih glede na starost ob poškodbi (kot je opisano v metodi). Primerjava pokaže, da so bili rezultati v starejši starostni skupini boljši na praktično vseh uporabljenih testih. Razlike med skupinama so statistično pomembne pri splošnem, besednem ter nebesednem IQ, pri barvnem in interferenčnem delu Stroopovega testa ter pri eni od postavk D2 testa pozornosti (skupno število prekrizanih črk, od katerega so odštete napake).

Pri izračunavanju Pearsonovih koeficientov korelacij smo dobili zmerno visoke

Tabela 2: Število rezultatov v posamezni kategoriji pri različnih testih za celotno skupino.

Mera	Število rezultatov v posamezni kategoriji		
	Oškodovan	Normalen	Superioren
<i>Intelektualne sposobnosti</i>			
Skupni IQ	4	8	4
Besedni IQ	4	9	3
Nebesedni IQ	3	11	2
<i>Izvršitvene funkcije</i>			
Stroop – besede	4	12	0
Stroop – barve	4	12	0
Stroop – interference	4	12	0
WCST – vse napake [%]	3	12	1
WCST – perseverativne napake [%]	3	11	2
WCST – perseverativni odgovori [%]	4	10	2
WCST – neperseverativne napake [%]	2	14	0
WCST – konceptualni odgovori [%]	3	12	1
<i>Pozornost</i>			
D2 – celotno število	2	13	1
D2 – celotno število minus napake	2	14	0
D2 – sposobnost koncentracije	6	10	0
<i>Spominske funkcije</i>			
RCF – takojšnji priklic	9	7	0
RCF – kasni priklic	7	9	0
RAVLT – vsota poskusov I-V	7	8	1
RAVLT – kasni priklic	7	7	2
<i>Vidnoprstorske funkcije</i>			
RCF – kopiranje	7	9	0
Bentonov test orientacije linij	3	13	0

Tabela 3: Primerjava rezultatov dveh skupin glede na starost ob kraniocerebralni travmi.

	6 let in manj		nad 6 let				
Mera	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
<i>Intelektualne sposobnosti</i>							
Splošni IQ	86,9	24,5	115,3	13,6	-2,83	13	0,014
Besedni IQ	87,3	22,1	113,6	16,1	-2,67	13	0,019
Nebesedni IQ	93,0	24,2	113,3	9,1	-2,20	13	0,046
<i>Izvršitvene funkcije</i>							
Stroop - besede	81,4	17,4	90,6	6,7	-1,39	13	0,189
Stroop - barve	77,9	19,1	96,6	8,6	-2,52	13	0,026
Stroop - interferenca	78,3	15,8	104,3	11,4	-3,69	13	0,003
WCST - vse napake [%]	89,4	19,2	100,3	12,5	-1,31	13	0,213
WCST - perseverativni odgovori [%]	91,9	22,8	101,3	16,7	-0,92	13	0,375
WCST - perseverativne napake [%]	93,3	24,3	99,3	14,7	-0,58	13	0,569
WCST - neperseverativne napake [%]	95,9	14,9	100,6	11,3	-0,71	13	0,493
WCST - konceptualni odgovori [%]	89,6	20,1	100,1	13,8	-1,20	13	0,252
<i>Pozornost</i>							
D2 - celotno število	91,4	12,5	105,5	13,1	-2,12	13	0,053
D2 - celotno število minus napake	88,7	12,2	103,3	9,2	-2,63	13	0,021
D2 - napake [%]	89,9	16,2	93,1	14,6	-0,41	13	0,687
D2 - koncentracija	78,6	21,0	90,9	11,0	-1,45	13	0,171
<i>Spominske funkcije</i>							
RCF - takojšen priklic	77,3	21,2	85,6	23,2	-0,72	13	0,482
RCF - kasni priklic	83,0	14,6	85,5	25,3	-0,22	12	0,833
RAVLT - poskusi I do V	79,0	42,8	84,6	20,0	-0,33	13	0,744
RAVLT - kasni priklic	89,9	36,2	89,8	17,5	0,01	13	0,994
<i>Vidnoprstorske funkcije</i>							
Bentonov test orientacije linij	99,8	11,2	104,4	16,9	-0,57	12	0,581
RCF - kopiranje	78,3	29,2	87,4	15,6	-0,77	13	0,456

pozitivne korelacije med testnimi rezultati in starostjo ob poškodbi za splošni IQ ($r = 0.41$), besedni IQ ($r = 0.48$), interferenčni del Stroopovega testa ($r = 0.53$) in za D2 test pozornosti – postavka celotno število minus napake ($r = 0.42$). To pomeni, da višja kot je bila starost ob poškodbi, boljši je bil rezultat na teh testih več let po poškodbi. Koeficient korelacije je statistično pomemben edino za interferenčni del Stroopovega testa. Med časom od travme do testiranja ter testnimi rezultati so bile vse korelacije nizke in statistično nepomembne.

Korelacije med oceno zavesti po GKS ob sprejemu ter testnimi rezultati so bile nizke in statistično nepomembne. Med trajanjem kome in testnimi rezultati je bila statistično pomembna negativna korelacija prisotna pri deležu konceptualnih odgovorov

na WCST ($r = -0.55$), dokaj visoke negativne korelacije, ki pa ne dosegajo statistične pomembnosti, pa so bile tudi pri deležu vseh napak pri WCST ($r = -0.50$), pri vrednotenju koncentracije na D2 testu pozornosti ($r = -0.48$) ter takojšnjem priklicu (poskusi I-V) na testu RAVLT ($r = -0.44$). Primerjava testnih rezultatov dveh skupin udeležencev glede na prisotnost/odsotnost generaliziranega možganskega edema ob poškodbi ni pokazala statistično pomembnih razlik.

Razprava

Demografske (spol, starost) in klinične značilnosti (ocena zavesti po GKS, trajanje kome, vrste poškodb, prisotnost možganskega edema) skupine udeležencev v naši raziskavi so bile podobne tistim v drugih raziskavah kognitivnih posledic otroške kraniocerebralne travme (Verger in dr., 2000; Anderson in dr., 2000). Pri večini udeležencev so nevrološki izpadi izzveneli ter so se lahko vključili v normalno šolo, o čemer poročajo tudi druge raziskave (Dumas, Haley, Ludlow in Rabin, 2002).

Kognitivna oškodovanost je bila v celoti gledano dokaj pogosta, vendar so bile različne nevropsihološke funkcije različno pogosto prizadete. Najpogosteje je bil prizadet spomin, tako vizualni kot besedni. Oškodovanot smo sicer beležili pri vseh kognitivnih funkcijah, kar kaže na dokaj difuzno poškodbo možganovine, ki je pri hudi kraniocerebralni travmi pogosta (Shigemori, Kikuchi, Tokutomi, Ochiai in Kuramoto, 1992). Zanimivo pa je, da so imeli nekateri udeleženci tudi superiorne rezultate. Očitno je pri redkih otrocih kljub hudi poškodbi možno zelo dobro okrevanje in nadpovprečne kognitivne sposobnosti tudi po poškodbi. Superiorni rezultati so najpogosteje prisotni na rezultatih Wechslerjevih testov inteligentnosti, kar pa verjetno odraža tudi slabo občutljivost teh testov ter posledično precenjevanje testnih rezultatov. Naši rezultati tako potrjujejo dognanja drugih raziskav, ki kažejo podoben obseg kognitivne oškodovanosti več let po hudi kraniocerebralni travmi v otroštvu (Verger in dr., 2000; Nelson in Kelly, 2002).

Posebej pa nas je zanimal vpliv starosti ob poškodbi. V ta namen smo udeležence tudi razdelili v dve skupini. Starostna meja šest let je bila izbrana, ker se po tej starosti po Piagetu prične razvoj konkretnologičnih operacij, kar predstavlja pomemben mejnik razvoja kognitivnih funkcij. Poleg boljših rezultatov na testih inteligentnosti pa so udeleženci v starejši starostni skupini dosegli boljše rezultate tudi na dveh testih, ki sta dokaj občutljiva za delovanje čelnih predelov možganske skorje (merita torej t.i. frontalne funkcije): na interferenčnem delu Stroopove testa (ki je eden od testov izvršitvenih funkcij) ter na postavki D2 testa pozornosti (celotno število minus napake). Podobno sliko kaže tudi izračun korelacij med starostjo in testnimi rezultati, pri čemer je korelacija za interferenčni del Stroopovega testa tudi edina statistično pomembno pozitivna. Trend, ki ga kažejo rezultati, nasprotuje Kennardinemu principu: mlajši kot so bili udeleženci, slabše je bilo njihovo kognitivno funkcioniranje. To še zlasti velja za funkcije čelnih možganskih režnjev. Nedavna raziskava (Slomine, Gerring, Grados,

Vasa, Brady, Christensen in Denckla, 2002) je prav tako pokazala, da je oškodovanost izvršitvenih funkcij po kraniocerebralni travmi pri mlajših udeležencih hujša, vendar so v tej raziskavi ugotavljali zgolj kratkoročne posledice poškodbe.

Možno bi tudi bilo, da se kognitivne zmožnosti tekom časa spontano popravijo. Tako bi bili testni rezultati udeležencev, ki so utrpeli poškodbo daleč nazaj, boljši od tistih, ki so utrpeli poškodbo pred kratkim. Da bi preverili to možnost, smo izračunali korelacije med časom od poškodbe do testiranja ter testnimi rezultati. Te korelacije so vse nizke in nobena ne dosega statistične pomembnosti. Čas, ki je pretekel od poškodbe, očitno ni več bistveni dejavnik pri dolgotrajni kognitivni oškodovanosti.

Ocena zavesti po GKS in prisotnost generaliziranega možganskega edema nista bistveno vplivala na dolgoročno kognitivno oškodovanost. To so potrdile tudi druge raziskave (Lieh-Lai, Theodorou, Sarnaik, Meert, Moylan in Canady, 1992; Berger, Pitts, Lovely, Edwards in Bartkowski, 1985). Za nekoliko boljši napovedni dejavnik se je izkazalo trajanje kome, s katerim so dokaj visoko negativno korelirali zlasti rezultati testov izvršitvenih funkcij (rezultati WCST) in pozornosti. Zanimivo je, da sta Kizilbash in Donders (1999) prav tako ugotovila povezavo med trajanjem kome in rezultati na WCST po otroški kraniocerebralni travmi. Poškodba možganov, ki je tako huda, da povzroči dalj časa trajajoče obdobje kome, za seboj očitno pušča trajno oškodovanost čelnih predelov možganske skorje.

Iz dosedaj povedanega lahko povzamemo naslenje ugotovitve. Pri precejšnjem številu udeležencev naše raziskave, ki so utrpeli hudo kraniocerebralno travmo, je bila kljub dobremu nevrološkemu okrevanju tudi po več letih še vedno prisotna bolj ali manj izražena oškodovanost kognitivnih funkcij. Najpogostejše so bile oškodovane spominske funkcije, medtem ko je bila oškodovanost t.i. frontalnih funkcij bolj odvisna od starosti pri poškodbi. Pri tem pa se je pokazal trend, ki nasprotuje Kennardinemu principu: mlajši kot so bili udeleženci, hujša je bila kognitivna oškodovanost. Klinični dejavniki (ocena zavesti po GKS, trajanje kome in prisotnost generaliziranega možganskega edema) so imeli le omejeno dolgoročno napovedno vrednost, za najbolj uporabno se je izkazalo trajanje kome.

Difuzna poškodba, ki je običajna pri hudi poškodbi glave in možganov, v kritičnem starostnem obdobju lahko preusmeri celoten kognitivni razvoj. Poškodovani razvijajoči se možgani ne morejo kompenzirati oškodovanosti funkcij, katerih razvoj je ravno v polnem teku. To še zlasti velja za funkcije čelnih režnjev, ki predstavljajo posebno ranljivo področje, katerega razvoj je pri človeku najkasneje zaključen (Sowell, Thompson, Tessner in Toga, 2001). Ni nujno, da se oškodovanost teh funkcij pokaže hitro po poškodbi. Nastopi lahko kasneje, ko je razvoj čelnih režnjev najbolj intenziven, vendar zaradi poškodbe, ki je nastopila prej, sedaj moten in nezadosten (Chapman in McKinnon, 2000). Bistveno bolje pa je, če je poškodba nastopila v možganih, katerih glavnina razvoja je že zaključena. Vzpostavljene so že bistvene sinaptične povezave, bolj je usklajeno medsebojno delovanje različnih možganskih predelov. Tako tudi lahko pride do določene reorganizacije, pri čemer zdravi ali pa manj poškodovani predeli do določene mere kompenzirajo izgubo funkcije bolj poškodovanih predelov. Za kognitivni

razvoj po poškodbi je verjetno bolje, če je morfološki in funkcionalni razvoj možganov že do neke mere zaključen. Kognitivni razvoj je v tem primeru bolj ugoden, kompenzacija kognitivne oškodovanosti boljša, posledice poškodbe pa manj hude.

Dolgotrajni razvoj kognitivnih funkcij po kraniocerebralni travmi pri otroku je potrebno videti v kontekstu potekajočega razvoja in dozorevanja možganskih struktur (Beaulieu, 2002). Čeprav možganska plastičnost predstavlja potencial za reorganizacijo živčnih struktur, pa je le-to potrebno vzpodbujati in usmerjati od zunaj, saj se le tako lahko optimalno izkoristi. To pomeni, da je potrebno organizirati ustrezno stimulirajoče okolje, prirojeno individualnim potrebam razvijajočih se otroških možganov. Pričujoča raziskava skuša ponovno opozoriti na to, da otroci po kraniocerebralni travmi potrebujejo celovito, sistematizirano in dolgotrajno obravnavo. Šele ob taki obravnavi bodo posledice poškodbe manjše, nadaljni možganski razvoj pa optimalen.

Literatura

- Anderson, V., Catroppa, C., Morse, S., Haritou, F. in Rosenfeld, J. (2000). Recovery of intellectual ability following traumatic brain injury in childhood: impact of injury severity and age at injury. *Pediatric Neurosurgery*, 32, 282-290.
- Beaulieu, C.L. (2002). Rehabilitation and outcome following pediatric traumatic brain injury. *Surgical Clinics of North America*, 82, 393-408.
- Berger, M.S., Pitts, L.H., Lovely, M., Edwards, M.S. in Bartkowski, H.M. (1985). Outcome from severe head injury in children and adolescents. *Journal of Neurosurgery*, 62, 194-199.
- Black, I.B. (1995). Molecular and cellular plasticity: introduction. V M.S. Gazzaniga (ur.), *The cognitive neurosciences* (str. 5-7). Cambridge: MIT Press.
- Bunc, G., Strojnik, T. in Flis, I. (1992). Ocena zavesti s pomočjo Glasgowske koma skale [Assessment of consciousness with Glasgow coma scale]. *Medicinski razgledi*, 31, 401-407.
- Chapman, S.B. in McKinnon L. (2000). Discussion of developmental plasticity: Factors affecting cognitive outcome after pediatric traumatic brain injury. *Journal of Communication Disorders*, 33, 333-44.
- Chiaretti, A., Piastra, M., Pulitano, S., Pietrini, D., De Rosa, G., Barbaro, R. in Di Rocco, C. Prognostic factors and outcome of children with severe head injury: an 8-year experience. *Child's Nervous System* 2002, 18, 129-36.
- Cronin, A.F. (2001). Traumatic brain injury in children: issues in community function. *American Journal of Occupational therapy*, 55, 377-384.
- Dumas, H.M., Haley, S.M., Ludlow, L.H. in Rabin, J.P. (2002). Functional recovery in pediatric traumatic brain injury during inpatient rehabilitation. *American Journal of Physical Medicine*, 81, 661-669.
- Kizilbash, A. in Donders, J. (1999). Latent structure of the Wisconsin Card Sorting Test after pediatric traumatic head injury. *Neuropsychology, development, and cognition. (Section C, Child neuropsychology)*, 5, 224-229.
- Lieh-Lai, M.W., Theodorou, A.A., Sarnaik, A.P., Meert, K.L., Moyan, P.M. in Canady, A.I.

- (1992). Limitations of the Glasgow Coma Scale in predicting outcome in children with traumatic brain injury. *Acta Neurochirurgica*, 55 (suplement), 37-39.
- McFie, J. (1961). The effects of hemispherectomy on intellectual functioning in cases of infantile hemiplegia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 24, 240-249.
- Nelson, J.E. in Kelly, T.P. (2002). Long-term outcome of learning and memory in children following severe closed head injury. *Pediatric Rehabilitation*, 5, 37-41.
- Powell, E.C. in Tanz R.R (2002). Adjusting our view of injury risk: the burden of nonfatal injuries in infancy. *Pediatrics*, 110, 792-6.
- Shigemori, M., Kikuchi, N., Tokutomi, T., Ochiai, S. in Kuramoto, S. (1992). Coexistng diffuse axonal injury and outcome of severe head injury. *Acta Neurochirurgica (Suplement)*, 55, 37-39.
- Slomine, B.S., Gerring, J.P., Grados, M.A., Vasa, R., Brady, K.D., Christensen, J.R. in Denckla, M.B. (2002). Performance on measures of executive functioning following PTBI. *Brain Injury*, 16, 759-772.
- Sowell, E.R., Thompson, P.M., Tessner, K.D. in Toga, A.W. (2001). Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: Inverse Relationships during postadolescent brain maturation. *Journal of Neuroscience*, 21, 8819-8829.
- Spreen, O., Tupper, D., Risser, A., Tuokko, H., in Edgell, D. (1984). *Human Developmental Neuropsychology*. New York: Oxford University Press.
- Verger, K., Junqué, C., Jurado, M.A., Tresserras, P., Bartumeus, F., Nogués, P. in Poch, J.M. (2000). Age effects on long-term neuropsychological outcome in pediatric traumatic brain injury. *Brain Injury*, 14, 495-503.