ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1992
Seria: *Mechanika* z. 112 Nr kol. 1182

Jerzy KIWERSKI
Klinika Rehabilitacji Akademii Medycznej w Warszawie, Konstancin

PATOMECHANIKA URAZOWYCH USZKODZEŃ KRĘGOSŁUPA

Streszczenie. Stopień uszkodzenia rdzenia kręgowego zależy w dużej mierze od mechanizmu urazu kręgosłupa. Najpoważniejsze następstwa neurologiczne towarzyszą złamaniom zmiażdżeniowym oraz zwichnięciom kręgów z mechanizmu fleksyjnego. Najrzadziej poważne zaburzenia neurologiczne stwierdza się po złamaniach kompresyjnych kręgosłupa.

Summary. The mechanism of injury affects the degree of spinal cord lesion. The most serious sequela is observed in crush fractures of the vertebrae. The second most severe neurological sequela is observed in injuries by flexion mechanism. The incidence of severa neurological deficits was lowest in compression fractures.

Zusammenfassung. Der Beschädigungsgrad des Rückenmarks Hängt grösstenteils vom Mechanismus der Wierbelsäuletraumas ab. Die ernsthafteste neurologische Folgen begleiten die Quetschungsbrüche und Wierbelluxationen mit dem flexiven Mechanismus. Amseltesten werden ernsthafte neurologische Störungen nach kompressiven Wierbelsäulebrüchen festgestellt.

1. WPROWADZENIE

Kręgosłup jest istotną częścią układu szkieletowego, spełniającą trzy zasadnicze zadania. Jest narządem osiowym (podporowym), stanowi osłonę delikatnych struktur rdzenia kręgowego, a dzięki połączeniom z licznymi mięśniami - stanowi także narząd ruchu. Kręgosłup szyjny w dużej mierze spełnia rolę amortyzatora dla czaszki, mieszczącej w sobie szereg ważnych i wrażliwych narządów: mózgowie, ucho wewnętrzne, oko. Zadanie to jest realizowane zarówno przez naprzemienne wygięcia kręgosłupa, jak i segmentową jego budowę z elastycznymi krążkami międzykręgowymi oddzielającymi poszczególne segmenty - trzony kręgowe. Kręgosłup człowieka składa się zwykle z 33 kręgów: 7 szyjnych, 12 piersiowych, 5 lędźwiowych, 5 krzyżowych połączonych w trójkątną kość krzyżową oraz 3-4 zblokowanych szczątkowych kręgów ogonowych (guzicznych). W kręgosłupie, wliczając stawy międzykręgowe, połączenia między trzonami kręgowymi, stawy żebrokręgowe, oraz stawy krzyżowo - biodrowe znajduje się łącznie około 130 połączeń stawowych, co przy dużej wytrzymałości mechanicznej kręgosłupa gwarantuje jego znaczną wielokierunkową ruchomość, gibkość. Wspomniana duża wytrzymałość mechaniczna kręgosłupa nie jest jednak w stanie zabezpieczyć go przed coraz liczniejszymi ciężkimi urazami doprowadzającymi do różnych typów uszkodzenia [2,5]. Najczęściej stosowany podział uszkodzeń kręgosłupa na stabilne i niestabilne, chociaż ma uzasadnienie, jest nieprecyzyjnym rozróżnieniem urazów. Podział na uszkodzenia zgięciowe, wyprostne (przeprostne) i zgnieceniowe [7] stanowi dokładniejsze rozgraniczenie urazów, ale wymienione grupy uszkodzeń również nie są jednorodne.

Podejmowane są próby usystematyzowania uszkodzeń wzorowane na podziale Loba, uwzględniające część uszkodzonego kręgu (krążek międzykręgowy, elementy więzadłowe, trzon kręgu, łuk, wyrostki) - jednakże w ten sposób można uzyskać dziesiątki typów urazu, uwzględniając kombinacje uszkodzeń różnych części kręgosłupa. Stworzyłoby to złożony i mało czytelny system. W naszych rozważaniach idziemy więc na pewne uproszczenia i opieramy się na modyfikowanym podziale urazów w zależności od mechanizmu uszkodzenia kręgosłupa.

2. ZGIĘCIOWY MECHANIZM URAZU

Uszkodzenie kręgosłupa następuje w wyniku zadziałania urazu doprowadzającego do zgięcia kręgosłupa ku przodowi, przekraczającego granice fizjologiczne. Jest wynikiem zadziałania sił urazowych na ciemieniowo-potyliczną czy potyliczną część czaszki, na okolice grzbietu. Ale może też być następstwem urazu pośredniego wywołującego gwałtowne przygięcie tułowia lub głowy do przodu, co jest szczególnie niebezpieczne przy stabilizacji niższych odcinków ciała, jak to ma miejsce w wypadkach samochodowych, gdy kierowca lub pasażer ma tułów ustabilizowany pasem bezpieczeństwa. Przy urazach niższej części kręgosłupa - siła urazu wymierzona jest zwykle w okolicę grzbietu, doprowadzając do gwałtownego zgięcia kręgosłupa do przodu. Istnieje tu możliwość "wyładowania" siły urazu znacznie niżej od miejsca jej przyłożenia. Uraz okolicy międzyłopatkowej może doprowadzić do zwichnięcia kręgów w odcinku piersiowo-lędźwiowym. Uwarunkowane jest to stosunkami anatomicznymi, gwarantującymi dość znaczną stabilność kręgosłupa piersiowego. Połączenie z klatką piersiową, niskie krążki międzykręgowe, uprofilowanie powierzchni stawów międzykręgowych w płaszczyźnie czołowej wpływają na znaczną zwartość tej części kręgosłupa. Odcinek lędźwiowy z kolei odznacza się znaczną ruchomością zgięciową, która ułatwia ustawienie powierzchni stawowych w płaszczyźnie zbliżonej do strzałkowej, wysokie krążki międzykręgowe. Dlatego też nierzadko dochodzi do przemieszczenia kręgów na granicy tych dwu, o różnych właściwościach biomechanicznych – odcinków kręgosłupa. W urazach tego typu dochodzi do rozerwania więzadeł między- i nadkolcowego (w części szyjnej – więzadła karkowego), rozerwania lub rozciągnięcia torebek stawów międzykręgowych ze zwichnięciem lub podwichnięciem tych stawów, uszkodzenie więzadła podłużnego tylnego, a często również - krążka międzykręgowego. Następstwem urazu z mechanizmu zgięciowego jest z reguły zagięcie osi kanału kręgowego oraz przemieszczenie trzonów kręgów lub złamanie przedniej części trzonu ze znacznym jego sklinowaceniem. Złamania częściej obserwuje się u osób młodych z wydolnym, elastycznym układem więzadłowym, nie dopuszczającym do znaczniejszego przemieszczenia kręgów. U osób starszych częściej dochodzi do zwichnięcia stawów międzykręgowych, przemieszczenia kręgów, gdyż łatwo ulegają rozerwaniu nieelastyczne, zmienione w przebiegu procesu zwyrodnieniowego – tylne elementy więzadłowe. Zwichnięcia kręgów stanowią dominujący mechanizm urazu u osób po upadku z wozu konnego, z dachu, ulegających wypadkom samochodowym, przygnieceniu ciężkimi przedmiotami. Złamania zgięciowe trzonu kręgu stwierdzono najczęściej po upadku z drzewa, dachu, rzadko obserwuje się je po wypadkach motocyklowych, rowerowych.

3. USZKODZENIA WYPROSTNE

Uszkodzenia wyprostne powstają, gdy siła urazu działa od przodu kręgosłupa, doprowadzając do jego przeprostu powodującego rozerwanie więzadła podłużnego przedniego, uszkodzenie krążka międzykręgowego. Jest to częsty mechanizm urazu kręgosłupa szyjnego, rzadko obserwowany w uszkodzeniach niższych segmentów kręgosłupa. Do uszkodzenia tego może dojść w wyniku urazu bezpośredniego, np. w następstwie uderzenia osoby jadącej na rowerze okolicą czołową o przeszkodę. Może też być wynikiem urazu pośredniego przy gwałtownym odchyleniu głowy do tyłu, np. w wypadku samochodowym przy uderzeniu pojazdu od tyłu. Uraz wyprostny bywa przeoczony zarówno u osób młodych, jak i starych. U młodych nierzadko nie dochodzi do przemieszczeń kręgów, bądź też natychmiast po zadziałaniu siły urazowej powodującej ich przemieszczenie - następuje samoredukcja, w czym zasadniczy udział mają silne, elastyczne elementy więzadłowe. U osób w wieku starszym często masywne zmiany zwyrodnieniowe kręgosłupa maskują dyskretne zmiany pourazowe. Podkreślić należy, że kręgosłup zmieniony w wyniku procesu zwyrodnieniowego czy w przebiegu choroby Bechterewa (ZZSK) jest szczególnie podatny na uszkodzenia [1,3]. Często niewielki uraz doprowadza do znacznego nawet uszkodzenia kręgosłupa. Urazy wyprostne uznawane są za uszkodzenia stabilne, gdyż tylne więzadła stabilizujące są nieuszkodzone. Podkreślić jednak należy, że jest to stabilność w warunkach utrzymania pośredniego czy lekko zgięciowego ustawienia kręgosłupa. Ponowny przeprost może doprowadzić do wtórnego przemieszczenia kręgów i wystąpienia bądź pogłębienia istniejących zaburzeń neurologicznych.

4. ZŁAMANIA KOMPRESYJNE

Złamania kompresyjne kręgosłupa powszechnie uznawane są za najlepiej rokujące ze względu na małe niebezpieczeństwo pierwotnego bądź wtórnego (np. w czasie transportu do szpitala) uszkodzenia rdzenia, co związane jest ze stabilnym charakterem tego uszkodzenia. Siła urazu przyłożona w okolicy ciemieniowej czaszki lub w następstwie upadku z wysokości na pośladki bądź stopy działa w osi kręgosłupa i doprowadza do zgniecenia trzonu kręgu, nie powodując uszkodzenia elementów więzadłowych, stabilizujących kręgosłup. Z uwagi na większą wytrzymałość mechaniczną tkanki kostnej zbitej, z której składają się tylne elementy kręgu, zwykle dochodzi do znaczniejszego uszkodzenia przedniej części trzonu, jego sklinowacenia. Nie doprowadza jednak do istotnego zaburzenia osi kanału kręgowego, ani do przemieszczeń kręgów, nie powoduje więc znaczniejszego ucisku rdzenia kręgowego. Z naszych obserwacji wynika jednakże niejednorodność uszkodzeń kompresyjnych kręgosłupa. Oprócz typowych złamań zgnieceniowych, istotnie dobrze na ogół rokujących, grupa ta obejmuje również złamania wywołane większymi siłami urazowymi, określane nazwą złamań zmiażdżeniowych czy wybuchowych. Duża siła urazu doprowadza do zmiażdżenia, rozkawałkowania trzonu kręgu, a niekiedy także - złamania tylnych elementów kręgu. Odłamy trzonu często ulegają przemieszczeniu w stronę kanału kręgowego, uciskając, raniąc rdzeń kręgowy.

Stabilny charakter takiego złamania może budzić poważne wątpliwości. Zachowana jest, co prawda ciągłość elementów więzadłowych kręgosłupa, ale czy mogą one należycie spełniać swe zadania, gdy łączą zmiażdżone części kręgu ? Podobne zastrzeżenia zgłasza McAfee [6], który zalicza te złamania do grupy niestabilnych uszkodzeń kręgosłupa.

5. PRAKTYKA KLINICZNA

Z praktyki klinicznej wiadomo, że stopień uszkodzenia rdzenia w dużej mierze zależy od mechanizmu urazu kręgosłupa [4]. Ogólnie przyjmuje się, że najcięższe uszkodzenia rdzenia są następstwem niestabilnego uszkodzenia kręgosłupa. W grupie uszkodzeń zgięciowych, a więc typowo niestabilnych, rzeczywiście najliczniejsze są całkowite uszkodzenia rdzenia. Ale nawet w obrębie tej grupy istnieją pewne różnice. Poważniejsze są następstwa zwichnięć niż złamań z mechanizmu zgięciowego. W naszym materiale klinicznym zwichnięciom w połowie przypadków towarzyszą objawy całkowitego uszkodzenia rdzenia, a liczba chorych bez zaburzeń neurologicznych nie przekracza kilkunastu procent. W grupie złamań zgięciowych chorzy bez uszkodzenia rdzenia stanowią większy odsetek, a całkowite uszkodzenia rdzenia są wyraźnie rzadsze, nie przekraczają 1/3 przypadków.

Znacznie bardziej sytuacja ta jest zróżnicowana u chorych z urazem kompresyjnym kręgosłupa, uznawanym za stabilny rodzaj uszkodzenia. W typowych złamaniach zgnieceniowych uszkodzenia całkowite zdarzają się wyjątkowo, a liczne są złamania kręgosłupa bez istotnych zaburzeń neurologicznych. Ale w złamaniach zmiażdżeniowych (wybuchowych) sytuacja ta jest krańcowo różna: porażenia występują u około 80% chorych, a brak zaburzeń neurologicznych stwierdza się w pojedynczych przypadkach. Różnice te niedwuznacznie przemawiają za koniecznością odrębnego rozpatrywania złamań zgnieceniowych oraz zmiażdżeniowych.

Najmniej charakterystyczną grupę pod względem uszkodzenia rdzenia stanowią urazy wyprostne kręgosłupa. Uszkodzenia całkowite rdzenia wykazują tu podobną częstość jak grupy uszkodzeń częściowych, a niemała jest grupa urazów przebiegających bez uszkodzenia rdzenia kręgowego.

6. WNIOSKI

Podział uszkodzeń kręgosłupa uwzględniający mechanizm urazu ułatwia ustalenie metod postępowania terapeutycznego.

Grupy uszkodzeń uwzględniające mechanizm urazu nie są jednolite. Największe różnice w następstwach klinicznych notuje się między zaliczanymi do urazów kompresyjnych złamaniami zgnieceniowymi oraz złamaniami zmiażdżeniowymi. Uzasadnia to ich odrębne rozpatrywanie.

Stopień uszkodzenia rdzenia kręgowego zależy w dużej mierze od mechanizmu urazu kręgosłupa. Najpoważniejsze następstwa neurologiczne towarzyszą złamaniom zmiażdżeniowym oraz zwichnięciom fleksyjnym kręgów.

LITERATURA

[1] Foo D., Sarkevati M., Marcelino V.: Cervical spinal cord injurie complicating ankylosing spondylitis. Paraplegia 1985, 23, 358–363.
[2] Kiwerski J.: Urazowe uszkodzenie rdzenia kręgowego w odcinku szyjnym. Pol. Tyg. Lekarski 1990, 45,77–81
[3] Kiwerski J.: Spinal injury complicating Ankylosing Spondylitis. Neuro–Orthop.,1990, 10, 49–56.
[4] Kiwerski J.: The influence of mechanism of cervical spinal cors on the degree of the spinal cord lesions. Paraplegia, 1991, 29,531–536.
[5] Kurtzke J. F.: Epidemiology of spinal cord injury. Experimental Neurol., 1975, 48, 163–181.
[6] McAfee P. C.: The unstable burst fracture. Spine 1982, 7, 365–373.
[7] Nicoll E. A.: Fractures of the dorso–lumbar spine. J.Bone Jt Surg., 1949, 31–B, 386–394.

PATHOMECHANICS OF SPINAL INJURIES

Abstract

The spine is a semi–flexible rod subjected to bending, twisting, shearing and axial compression loading forces, which are least when the spine is horizontal and fully supported along its length. Most important function of a spine is to protect the spinal cord and secondly, to provide support for the trunk and appendages. Since the introduction of the classification of the spine fractures into stabile and unstable by Nicoll it has been generally assumed that injuries through flexion mechanisms leading to the posterior ligamentous rupture and loss of spine stability results, as a rule, in massive lesions of the spinal cord. Contrary to the instable spine injuries, the stable injuries, particularly those through compression mechanism, are regarded as less dangerous, not associated with severe damage to the spinal cord. Clinical experience however, shows that both flexion and compression fractures are not homogenous. On the other hand, even considerable displacement of the vertebrae may not be accompanied by substantial neurological disorders and serious spinal cord lesions occur not infrequently despite only slight post–traumatic radiological changes or even in absence of symptoms of spinal damage.Basing on the analysis of clinical material, I would like to evaluate the interdependence between the degree of spinal cord lesion and the nature of cervical spine injury. A series of 1687 patients with cervical spine injury treated at the early post–traumatic period within 1965–1988 has been analyzed.Mechanism of the injury influences the degree of nervous system injury. Most serious consequences are connected with crushing of vertebral body (complete cord injuries in 76%). Another one causing serious neurological disturbance on flexion mechanism (48% of dislocations involved complete spinal cord lesions), and rarely such serious neurological disturbance accompany

injuries caused by compression mechanism (complete cord injuries only in 11%).Best treatment results were observed in the group of typical compression fractures (neurological improvement in 81%), whereas worst ones among patients with crushing character of fracture (improvement in 17%, mortality rate – 18%), and dislocations (improvement in 25%, mortality rate – 23%).

Recenzent: Prof. Adam Morecki Wpłynęło do redakcji w styczniu 1992