

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitačního lékařství



Marie Langová

KRITICKÝ POHLED NA TERAPII U WHIPLASH INJURY

(Rešerše)

Critical view on the kinesiotherapy in whiplash injury patients

Bakalářská práce

Praha, květen 2011

Autor práce: Marie Langová

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **MUDR. Jan Vacek**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika rehabilitačního lékařství**

Předpokládaný termín obhajoby: červen 2011

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracoval/a samostatně a použil/a výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má diplomová/ bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do Studijního informačního systému – SIS 3.LF UK jsou totožné.

V Praze dne 18. 5. 2011

.....

Marie Langová

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat hlavně vedoucímu své práce MUDr. Janu Vaccovi, za rady a odborný dohled nad prací. Poděkování si rovněž zaslouží moji rodiče, kteří mě neúnavně podporují po celou dobu mého studia.

POUŽITÉ ZKRATKY

AO	atlantookcipitální
art.	articulatio - kloub
C	cervical, krční
Cp	krční páteř
lig. (ligg.)	ligamentum, ligamenta - vaz, vazy
m. (mm.)	musculus, muscoli - sval, svaly
proc.(procc.)	processus, procesi - výběžek
RTG	rentgen
Th	hrudní
WAD	whiplash associated disorders – poruchy související s whiplash

OBSAH

Použité zkratky.....	5
Úvod.....	9
1 ANATOMIE.....	11
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY.....	11
1.1.1 Funkční segment.....	11
1.1.2 Páteř.....	12
1.1.3 Krční obratle.....	12
1.1.4 Spojení na páteři.....	13
1.1.5 Kraniovertebrální spojení.....	15
1.1.6 Svaly.....	16
2 FUNKČNÍ ANATOMIE KRČNÍ PÁTEŘE.....	21
2.1 Cervikokraniální spojení.....	21
2.1.1 Rotace v hlavových kloubech.....	22
2.1.2 Lateroflexe v hlavových kloubech.....	22
2.1.3 Anteflexe a retroflexe v cervikokraniálním spojení.....	22
2.2 Pohyb celé krční páteře.....	23
2.2.1 Anteflexe a retroflexe.....	23
3 Biomechanika.....	24
3.1 Biomechanika vazů.....	24
3.2 Biomechanika meziobratlových destiček.....	24
3.3 Biomechanika svalů.....	24
4 Hojení tkání:.....	25
4.1 Fáze exsudativní.....	25
4.2 Fáze proliferační.....	25
4.3 Fáze maturační.....	25

5	Definice a klasifikace	26
5.1	Doporučované definice.....	26
5.2	Klasifikace.....	27
5.2.1	Nejpoužívanější klasifikace WAD je podle QTF	27
5.2.2	Další klasifikace	27
6	Mechanismus vzniku whiplash injury.....	29
6.1	Podstata poranění.....	30
7	Klinická symptomatologie, prognostické faktory.....	32
7.1	Subjektivní diagnostika.....	32
7.1.1	Bolest a ztuhlost šíje.....	32
7.1.2	Další příznaky v akutní fázi.....	33
7.2	Objektivní diagnostika.....	33
7.3	Prognostické faktory	34
7.3.1	Psychologické aspekty	34
8	WAD.....	36
8.1	Akutní a chronické WAD.....	36
8.2	Epidemiologie	36
9	Terapie.....	37
9.1	Pasivní terapie	37
9.1.1	Imobilizace měkkým krčním límcem.....	37
9.1.2	Imobilizace semirigidním krčním límcem.....	38
9.1.3	Důsledky nošení krčního límce.....	39
9.1.4	Návrh léčebného programu podle Steidla, Houdka a Hrabálka [2001] při poranění krční páteře	40
9.2	Farmakoterapie.....	40
9.3	Aktivní terapie	40
9.3.1	Metoda Robina McKenzieho.....	40

9.3.2	Přehled strategie aktivního přístupu k léčbě.....	47
9.4	Podpůrné možnosti terapie.....	48
10	Závěr	49
	Souhrn.....	50
	Seznam použité literatury	51
	Přílohy.....	Chyba! Záložka není definována.
	Anatomie krční páteře	Chyba! Záložka není definována.

ÚVOD

Tato práce seznamuje s problematikou whiplash injury a jeho terapií. Jedná se o poranění převážně měkkých tkání v oblasti horní krční páteře, což je v dnešní době, kdy téměř každý jezdí vlastním automobilem, aktuální téma pro diskuzi.

Tato práce si dává za cíl seznámit čtenáře, jak z řad fyzioterapeutů a lékařů, tak i laiků, s tímto poraněním.

Už během první světové války se zjistilo, že prudká síla působící na krční páteř při náhlém katapultování pilota je dost velká na to, aby vyvolala několikasekundovou ztrátu vědomí a úraz, který byl následkem whiplash efektu. Tento fakt vedl k rozvinutí opěrky hlavy a ramenních popruhů na ochranu pilotů.

Termín whiplash injury poprvé použil v roce 1928 americký ortoped H. E. Crowe, který toto poranění přirovnal ke šlenutí bičem. Poukazoval tím na fakt, že ke kýženému šlenutí bičem stačí vyvolat relativně malou sílu na jeho rukojeť, stejně tak, jako i relativně malý rozdíl v rychlosti vozidel a nízká kinetická energie dodaná zadním nárazem do vozidla stačí k tomu, aby se hlava postiženého pohnula s nezměrně větší kinetickou energií.

Tento mechanismus úrazu může způsobit jak očividné poranění kostěných tkání a míchy, tak mohou být následky tohoto poranění i velmi nepatrné a takřka nezjistitelné běžnými zobrazovacími a vyšetřovacími, tedy objektivními metodami.

Subjektivní příznaky se vyskytují v řadě případů a je jich celá škála. Každý člověk je jedinečný a tedy i každý pociťuje důsledky tohoto poranění maličko jinak. Proto v roce 1995 předložila The Quebec Task Force klasifikační systém a rozdělila poruchy související s poraněním do čtyř, resp. do pěti kategorií, z nich nulový stupeň WAD poukazuje na absenci příznaků, nejvyšší stupeň WAD IV naopak udává kromě poranění měkkých tkání a bolestivosti i zlomeniny či dislokace obratlů.

Nejběžnějším příznakem whiplash injury je bolest, jako přirozená ochranná reakce organismu na patologii. Bolest nepřímo podporuje i rozvoj příznaků dalších, jako je omezení pohybu krční páteře. Nemožnost obvyklého rozsahu pohybu je dána taktéž reflexním stažením měkkých tkání, které pracují podle fyziologických pravidel hojení tkání, a sice tělo ví, že pokud se má fyziologicky a kvalitně zahojit, potřebuje k tomu klid a tudíž žádný nadměrný a zbytečný pohyb.

Terapie a vůbec strategie léčby se odvíjí od závažnosti příznaků a výsledků vyšetření. V současné době se přistupuje k léčbě dvěma odlišnými přístupy, a to pasivním, dodržujícím zásady hojení, tedy klid v postižené oblasti a klid celkově, a přístupem aktivním, který ač na začátku terapie doporučuje dodržování stejných pravidel jako přístup pasivní, po první fázi hojení se přiklání k brzké pohybové aktivitě v postižené oblasti, stejně tak jako k relativně časnému návratu do pracovního procesu.

I přes důslednou léčbu akutního WAD se v mnoha případech nevyhneme faktu, že příznaky přetrvávají a toto postižení přechází v chronické. Důvody, proč k tomu dochází, nejsou zcela objasněny, veliký důraz se přikládá celkovému psychickému stavu pacienta a podle některých zdrojů také možnost uplatnění pojistných nároků.

Tato práce předkládá ucelený pohled na whiplash injury i na jeho léčbu, nastiňuje několik možných přístupů podle různých autorů.

Vybrala jsem si toto téma z důvodu jeho aktuálnosti, v neposlední řadě také proto, že mě problematika tohoto poranění zajímá a při shromažďování materiálů jsem se chtěla dozvědět co možná nejvíc z různých úhlů pohledu na věc.

1 ANATOMIE

Axiální systém

Axiální systém představuje část pohybové soustavy soustředěnou kolem páteře sloužící k udržování vzpřímeného držení trupu.

Vznik osového – axiálního – systému je společným znakem všech strunatců. Řadu pohybových funkcí sice postupem času přebírají končetiny, které v motorice člověka nakonec zcela dominují, ale axiální systém stále zůstává základním prvkem prakticky všech hybných aktivit. Vzhledem ke vzpřímenému držení těla ve stoji i při lokomoci je axiální systém hlavní pohybovou bází, od které se každý pohyb odvíjí. Obecně lze říci, že není pohyb, který by neměl odezvu v axiálním systému, ale také neexistuje pohyb vlastního axiálního systému, který by se nepromítal do organismu. Proto je celý osový systém velmi zranitelný, ale také zraňovaný.

Axiální systém se skládá z řady stavebních komponent, které mají nosnou, protektivní a hybnou funkci. [Dylevský, 2009]

1.1 ZÁKLADNÍ POJMY

1.1.1 Funkční segment

Tento termín zavedli v roce 1953 Schmorl a Junghans. Představuje funkční vztah mezi dvěma obratli. Skládá se ze dvou částí – pasivní a aktivní.

Pasivní část tvoří skelet – obratel.

Aktivní část tvoří *discus intervertebralis*, *foramen intervertebrale*, *articulationes intervertebrales*, *musculi intervertebrales* a *ligamenta intervertebralia*. Jsou to struktury spojující dva sousední obratle.

Pevnost spojení segmentů při současné flexibilitě páteře jako celku podporují tyto struktury:

- Systém dlouhých ligament, které zpevňují páteř po celém jejím průběhu longitudinálně.
- Systém krátkých ligament, který přispívá k místnímu zpevnění segmentu.

- Intervertebrální klouby a jejich vazivová pouzdra zpevňují klouby a vymezují rozsah pohybu mezi segmenty
- Intersegmentální svaly spojují segmenty a umožňují jejich pohyb mezi sebou
- Discus intervertebralis umožňuje poddajnost funkčního segmentu, kde nucleus pulposus uzavřený prstencem anulus fibrosus tvoří flexibilní element, i když jen v poměrně malém rozsahu, který se s věkem ještě zmenšuje [Véle, 1995].

1.1.2 Páteř

Páteř je osová kostra trupu. Na páteř nasedá lebka a jsou k ní kloubními pletenci připojeny končetiny. Páteř je uzpůsobena k ochraně míchy, která je ukrytá v kanále páteřním. Otvory mezi obratly vycházejí z míchy kořeny míšních nervů. Skládá se ze 7 krčních obratlů, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových obratlů, srostlých v kost křížovou a 4-5 obratlů kostrčních, srůstajících v kost kostrční. Obratle jsou spojeny vazy a meziobratlovými ploténkami. Tyto specifické klouby zajišťují páteři její pružnost. [Dylevský, 2009]

1.1.3 Krční obratle

Vertebrae cervicales - krční obratle tvoří prvních sedm obratlů páteře: C1-C7. Mají (kromě C1) nízká těla, kраниokaudálně prosedlá, širší transverzálně a kratší předozadně. Terminální plochy obratle mají oválný tvar a jsou zakřivené podobně jako plochy sedlového kloubu. *Uncus corporis* – vyvýšená hrana na pravém a levém okraji horní terminální plochy těla ještě zvýrazňuje sedlovitý tvar. *Foramen vertebrale* je trojhranné. Trnové výběžky krčních obratlů, kromě prvního a posledního, jsou na konci rozdvojené. Na příčných výběžcích je *foramen transversarium*, kterým prochází *a.vertebralis* a *v.vertebralis*. [Čihák, 2001]

Charakteristickým rysem krčního obratlového těla je postranní lišta, processus uncinatus [Lewitt, 2003]

První dva krční obratle mají specifickou stavbu, *Atlas, C1*, nemá tělo, na jeho místě se nachází kostěnný oblouk. *Axis, C2*, je sice tvarově typický krční obratel, ale navíc má nápadný *dens axis*, což je vlastně tělo C1 připojené k axis.

1.1.4 Spojení na páteři

1.1.4.1 Meziobratlové destičky

Jsou chrupavčité útvary, spojující sousedící terminální plochy obratlových těl. Destiček je 23, tj. o jednu méně než je pohybových segmentů páteře (Destička chybí mezi C1 a C2.). Meziobratlové destičky jsou ploténky vazivové chrupavky, obalené tuhým kolagenním vazivem. Na plochách, kterými destička sousedí s kompaktní je vrstvička hyalinní chrupavky. Fibrózní vazivo je uspořádáno do 10-12 kruhových lamel – *anuli fibrosi*. [Dylevský, 2009]. Vlákna při obvodu disku se ještě šikmo kraniokaudálně překřížují a vytvářejí strukturu zvyšující pevnost [Čihák, 2001]. Okrajové lamely disků jsou krátkými a pevnými svazky vazivových vláken připojeny k periostu obratlových těl a k podélným vazům páteře. [Dylevský, 2009]

Excentricky a spíše vzadu v meziobratlovém disku je uloženo kulovité huspeninové jádro – *nucleus pulposus*. Hmotu jádra tvoří velké, tzv. chordové buňky uložené v očích sítě retikulárních vláken. Mezi buňkami je vazká tekutina podobná synoviální. [Dylevský, 2009]

Z kaudálně prosedlého těla krčních obratlů vystupuje po obou jeho zevních stranách sagitální, kraniálně ostřejší okraj, zvaný *uncus corporis*. Nejlépe je patrný na předozadním rtg obrazu. V disku při hrotu uncus se mohou bilaterálně vytvářet dutiny obklopené vazivem disku a vyplněné synoviální tekutinou; byly popsány jako *articulationes uncovertebrales*. [Čihák, 2001]

1.1.4.2 Meziobratlové klouby

Mají především významnou roli při zajišťování pohybu sousedních obratlů než z hlediska nosnosti. [Dylevský, 2009] Kloubní pouzdra jsou volné, nejvolnější jsou v krčním úseku páteře, nejpevnější v hrudním.

1.1.4.3 Vazy

Ligamenta zpevňují kloubní pouzdra a omezují tím pohybový rozsah segmentů, aby nedošlo k poškození struktury. [Véle, 2006] Z anatomického hlediska dělíme vazy na krátké a dlouhé. Na fixaci páteřních segmentů se podílí oba typy. K dlouhým vazům patří přední a zadní podélný vaz, mezi krátké řadíme vazy spojující oblouky a výběžky sousedních obratlů.

Více o vazech viz. kloubní spojení.

1.1.4.4 Dlouhé vazy

Jsou významné pro celkovou stabilizaci páteře. Vymezují rozsah záklonu a předklonu [Véle, 2006].

Lig. longitudinale anterius – přední podélný vaz, spojuje obratlová těla po přední straně páteře od předního oblouku atlasu až na kost klížovou. Více lne k tělům obratlů než k meziobratlovým diskům.

Lig. longitudinale posterius, zadní podélný vaz, spojuje obratlová těla po jejich zadní ploše, tedy po přední stěně páteřního kanálu, od týlní kosti až na kost křížovou. Lne pevněji k meziobratlovým destičkám než k tělům obratlů.

Lig. supraspinale tvoří na krční páteři silný pruh – ligamentum nuchae, spojující hlavu s krčními obratli a tvořící úpon pro m.trapezius. [Véle, 2006]

1.1.4.5 Krátké vazy

Ligg. flava spojují jednotlivé obratlové oblouky a uzavírají dorzálně míšní kanál [Véle, 2006]. Jsou z elastického vaziva, a jejich název proto odpovídá makroskopicky žlutému zbarvení. Doplnují páteřní kanál a napínají se při ohýbání páteře.

Ligg. intertransversalia spojují mezi sebou příčné výběžky a probíhají paralelně s mm. Intertransverarii. Jejich zkrácení omezuje rozsah lateroflexe a rotace. [Véle, 2006]

Ligg. interspinalia spojují trnové výběžky. Jsou z nepružného, pevného vaziva; omezují rozvírání obratlových trnů při předklonu páteře. V hrudním a krčném oddílu páteře probíhají tato ligamenta nejen mezi trny, ale i dále dorsálně od nich a jako zesílený pruh se táhnou od trnů dolních krčních obratlů až k týlní kosti. Tyto vazy omezují rozsah flexe páteře. [Véle, 2006]

1.1.5 Kraniovertebrální spojení

Je složeno ze tří anatomicky samostatných kloubů, ale z funkčního hlediska jde o pohybovou jednotku. Týlní kost s atlasem spojuje *art. atlantooccipitalis*, atlas a dens axis jsou spojeny v *art. atlantoaxialis mediana*, atlas a axis v *art. atlantoaxialis lateralis*. [Dylevský, 2009]

Articulatio atlantooccipitalis

Hlavice tvoří konvexní kondyly týlní kosti a jamky vytvářejí mírně konkávní ledvinovité plošky na horní ploše atlasu. Kloubní plochy obou stran jsou součástí jediné rotační plochy podobné rotačnímu elipsoidu. Kloubní chrupavka je poměrně tenká a přesně lemuje kostěný podklad. Pouzdro je krátké a tuhé.

Articulatio atlantoaxialis medialis

Kloubní plochy tohoto kloubu jsou mezi sebou spojeny zubem čepovce a předním obloukem atlasu. Zub je k oblouku přidržován poměrně silným příčným vazem - *lig. transversum atlantis*, který je rozepjatý mezi bočními kostěnými hmotami atlasu. Vaz je ve střední části - v místě kontaktu se zubem druhého krčního obratle - chrupavčitý. Ligamentum transversum atlantis brání posunu dnu axis do kanálu páteřního dopředu a tím brání míchu před kompresí [Véle, 2006]. V celém tomto spojení funguje dens axis

jako čep, okolo kterého se atlas (upevněný klouby a lig. transversum) otáčí, a to až o 30° na každou stranu. [Dylevský, 2009]

Ligg. alaria (lat. ala, křídlo) jsou další vazy doplňující skloubení. Spojují pevně hlavu s krční páteří [Véle, 2006]. Rozestupují se od boků dens axis na obě strany šikmo vzhůru k bokům kondylů týlní kosti a týlního otvoru. Omezují rotace týlní kosti (s atlasem).

Articulatio atlantoaxialis lateralis

Jsou párové klouby spojující *procc. articulares* C1 a C2. Kloubní výběžky obou obratlů jsou téměř frontálně postavené plochy, proto je poloha atlasu značně vratká a atlas se při otáčení také naklání. Mají volné pouzdro, které umožňuje otáčení atlasu vůči axis. V kloubech jsou možné drobné kývavé pohyby v předozadním směru. Zvláštním pohybem v tomto kloubu je předsun hlavy, který je vyvolán posunem kondylů po kloubních plochách atlasu, který vyvolá současné kontrakce *mm. sternocleidomastoidei*.

V obou částech atlantoaxiálního kloubu se realizují především rotační pohyby. *Dens axis* se chová jako čep, kolem kterého se otáčí *atlas* a k němu relativně pevně připojená lebka [Véle, 2006].

1.1.6 Svaly

Svaly jsou zdrojem síly jak pro stabilizaci osového orgánu, tak i pro pohyb segmentů celého těla. [Véle, 2006]

1.1.6.1 Svaly v oblasti kraniocervikálního přechodu

Svaly CC přechodu (subokcipitální svaly), tvoří nejhlubší svalovou vrstvu s úzkým vztahem ke skeletu obratlů. Krátké a hluboké svaly mají silně vyjádřenou vazivovou složku. Iniciují nastavení polohy hlavy vůči horní krční páteři. Aktivita těchto krátkých hlubokých svalů předchází aktivitě u střední a povrchové vrstvy. Krátké subokcipitální svaly dělíme dle lokalizace do dvou skupin, přední a zadní skupiny [Véle, 2006].

Přední skupina krátkých subokcipitálních svalů

m. rectus capitis lateralis – malý sval rozepjatý od příčného výběžku atlasu k bázi lebeční, kde se upíná těsně za *m. longus capitis*;

m. rectus capitis anterior – drobný sval mezi příčným výběžkem atlasu a bází lebny, kam se upíná za foramen jugulare

Zadní skupina subokcipitálních svalů

Jsou to čtyři krátké svaly, rozepjaté mezi obratli C1 a C2 a hlubokými partiemi týlní oblasti [Čihák, 2001]

m. rectus capitis posterior minor a *m. rectus capitis posterior major* uloženy blíže střední čáře;

m. obliquus capitis superior a *m. obliquus capitis inferior*, oba uloženy laterálněji [Čihák, 2001].

1.1.6.2 Svaly dolní krční páteře

Svaly v oblasti dolní krční páteře tvoří tři skupiny:

Přední šíjové svaly

Hluboká vrstva

m. longus capitis jde před horní polovinou *m. longus colli* od příčných výběžků krčních obratlů k bázi lebeční;

m. longus colli je rozprostřen před celou krční páteří a začátkem páteře hrudní, od první tří hrudních obratlů až po tuberculum anterius atlantis. [Čihák, 2001]

Střední vrstva

je tvořena svaly spojujícími dolní čelist přes jazylku se sternema lopatkou.

Suprahyoidální svaly – jsou rozepjaté mezi lebkou a jazylkou – [Čihák, 2001]. tvoří spodinu dutiny ústní. Zahrnují: *M. digastricus*, *m. stylohyoideus*,

m. mylohyoideus. Tyto svaly otevírají ústa a fixují jazykku seshora tahem za dolní čelist [Véle, 2006].

Infracoidální svaly – *m. sternohyoideus*, *m. thyrohyoideus*, *m. omohyoideus*, *m. sternothyroideus*. Tyto svaly fixují jazykku zespodu při polykání a fonaci. [Véle, 2006]. Tyto svaly tvoří tenký pás mezi zadní plochou manubrium sterni a jazylkou. [Čihák, 2001]

Povrchová vrstva

m. platysma – spojuje dolní čelist s hrudníkem až do výše druhého žebra, pomáhá otevírat ústa [Véle, 2006]. Je to tenký, velmi plochý sval v podkoží krku. [Čihák, 2001]

Zadní šíjové svaly

Jsou daleko mohutnější než svaly na přední straně. Rovněž ji tvoří tři vrstvy a propojují hlavu s páteří. Propoují jednotlivé krční segmenty navzájem a krční páteř s hrudníkem a s ramenním pletencem.

Hluboká vrstva

System složitých krátkých svalů, spojujících sousední segmenty.

mm. interspinales – svaly mezi obratlovými trny;

mm. intertransversarii – svaly mezi příčnými výběžky;

mm. transversospinales jsou svaly jdoucí od příšných výběžků vzhůru k trnům kraniálnějších obratlů;

mm. multifidi jdou od processus transversus vždy k většímu počtu trnů výše uložených obratlů [Čihák, 2001].

Střední vrstva

Skupina delších svalů, propojujících hlavu s krčními až hrudními obratli, krční obratle mezi sebou, krční obratle s hrudními obratli, se žebními úhly a s lopatkou.

m. semispinalis cervicis – začíná na příčných výběžcích a upíná se na trnové výběžky;

m. splenius capitis – jde od trnových výběžků a upíná se na proc. mastoideus a na linea nuchalis superior;

m. splenius cervicis začíná na trnových výběžcích a upíná se na výběžky příčné;

m. longissimus capitis jde od trnových výběžků a upíná se na processus mastoideus;

m. longissimus cervicis jde od trnových výběžků a upíná se na příčné výběžky;

m. iliocostalis – spojuje dolní krční páteř se žebry III – VI;

m. levator scapulae - začíná na příčných výběžcích obratlů horní krční páteře a upíná se na angulus superior scapulae [Véle, 2006]

Povrchová vrstva

m. sternocleidomastoideus – silný sval na laterální straně krku. Část svalu začíná na manubrium sterni, část na sternálním konci klavikuly, upíná se na proc. mastoideus a zevní okraj linea nuchalis superior. Při jednostranné aktivaci otáčí hlavu na druhou stranu, uklání ji ke stejné straně a provádí extenzi páteře. Při oboustranné akci klopí hlavu na zad a zvedá obličej vzhůru;

m. trapezius - je široký plochý sval, který spojuje hlavu s krční a hrudní páteří a s lopatkou. Tvoří několik funkčních celků. Jeho horní část je synergistou s *m. sternocleidomastoideus* [Véle, 2006]

Postranní šíjové svaly

Jdou od příčných výběžků krčních obratlů šikmo laterokaudálně k 1. nebo 2. žeburu. [Čihák, 2001] provádějí flexi a lateroflexi krční páteře, podílejí se na krční lordóze a zvedají žebra. [Véle, 2006]

m. scalenus anterior jde od středního úseku krční páteře na tuberculum musculi scaleni anterioris 1. žebra;

m. scalenus medius jde z celého rozsahu krční páteře od obratlů C2-C7 za *m. scalenus anterior* na 1. žebro;

m. scalenus posterior jde od dolních krčních obratlů (C5-C7) za *m. scalenus medius* k 2. žeburu. [Čihák, 2001]

2 FUNKČNÍ ANATOMIE KRČNÍ PÁTEŘE

[Rychlíková, 2008]

Krční páteř je nejpohyblivější částí páteře. Velká pohyblivost je umožněna nejen kloubními ploškami, meziobratlovými ploténkami, ale i vazivovým spojením celé krční páteře. Funkčně dělíme páteř na tři oblasti: oblast cervikokraniální, střední krční páteř a dolní krční páteř přecházející v CTh přechod.

Anatomické zvláštnosti krční páteře:

Obratlová těla proti všem ostatním obratlovým tělům od C3-7 mají horní laterální okraje vyvýšeny, zahroceny a tvoří uncus corporis, proto má horní krycí destička konkávní tvar. Meziobratlová ploténka se naopak na laterálních okrajích zužuje, čímž se vytváří určitá malá mezera. Tato vyvýšená zahrocení jednak fungují jako určité koleje pro anteflexi a retroflexi, jednak zajišťují, aby při úklonech krční páteře obratel nesklouzl do strany.

Ligg. kraniovertebrálního skloubení jsou zvláště silná, důvodem je spojení těžké hlavy s flexibilní páteří, kde mají ligg. zpevňující funkci [Véle, 1995].

Kloubní výběžky jsou ploché, šikmo probíhající, takže se sklánějí ze strany ventrokraniální dorzokaudálně. Sklon probíhajících plošek je velmi variabilní. Udává se od 40 do 70°.

Sklon kloubních plošek umožňuje pohyby do anteflexe, retroflexe a lateroflexe. Vzhledem k sešikmení kloubních plošek při anteflexi se pohybuje horní obratel proti spodnímu dopředu a nahoru, při retroflexi dozadu a kaudálně. Při lateroflexi poměrně brzy dochází k rotaci obratle.

2.1 Cervikokraniální spojení

Na funkci horní krční páteře se do jisté míry podílejí i svaly žvýkácí, které mohou někdy vyvolávat klinickou symptomatologii poruch funkce horního úseku krční páteře [Véle, 1995]

2.1.1 Rotace v hlavových kloubech

Je to nejčastěji prováděný pohyb. Malé rotace se provádějí pouze mezi AO kloubem a C1-2, pohybuje se tedy pouze C1 a C2 nerotuje. Současně dochází k malému posunu atlasu proti axis v opačném směru [Rychlíková, 2008]. O rozsahu rotačního pohybu prováděného výhradně v tomto kloubu se údaje poněkud rozcházejí, lze ale předpokládat, že se pohybuje mezi 30-40° [Dylevský, 2009].

2.1.2 Lateroflexe v hlavových kloubech

Při lateroflexi hlavy se kondyly pohybují proti *massae lat.* k opačné straně úklonu a hlava rotuje kolem předozadní osy, přibližně ve výši přední jámy lební. Atlas se posunuje laterálně ve směru úklonu. Vždy dochází k rotaci C2. Příčinou rotace je šikmé postavení kloubních ploch C2-3, dále se uplatňuje tah kraniocervikálních svalů.

2.1.3 Anteflexe a retroflexe v cervikokraniálním spojení

Anteflexi hlavy můžeme provést dvojím způsobem: buď hlavu přitáhneme ke krku – mluvíme o kyvu (odehrává se v kloubu AO a atlas-axis), nebo hlavu maximálně předkloníme (účastní se celá krční páteř).

Při anteflexi hlavy proti C1 se těžiště hlavy posunuje ventrálně, hrboly kosti týlní se opírají o přední část ovoidní jamky na *massa lateralis atlantis* a působí klopení atlasu ventrálně – oblouk atlasu se přibližuje k šupině týlní kosti. Při předkyvu v kloubu atlas-axis dochází k mohutné anteflexi. Přední oblouk atlasu klouže proti ventrálnímu okraji zubu lehce směrem kaudálním a rozevívá se horní kloubní štěrbina.

Při retroflexi hlavy se hlava opírá o zadní část kloubních plošek, a tím se klopí atlas nazad. Je rozdíl, provádíme-li retroflexi vleže nebo vsedě – vleže nám totiž odpadá hmotnost hlavy. Přední oblouk atlasu klouže směrem kraniálním a rozevívá se kaudální okraj štěrbin.

Celkový rozsah anteflexe a retroflexe se podle různých autorů liší, většinou se pohybuje kolem 30°.

2.2 *Pohyb celé krční páteře*

Fyziologická variabilita pohybů za fyziologických podmínek a za předpokladu symetrie v krční páteři je značná.

2.2.1 *Anteflexe a retroflexe*

V anteflexi vytváří krční páteř plynulou kyfózu. Přední okraje obratlových těl se přibližují, zvětšuje se zadní část meziobratlového prostoru, zvětšuje se foramen intervertebrale, dochází k ventrálnímu posunu horního obratle, rozevívá se zadní část kloubní štěrbin. Trny se od sebe oddalují. Při maximálním předklonu se napínají *ligg. interspinalia* a *lig. supraspinale*, napíná se *lig. nuchae*, měkké tkáně jsou maximálně napjaty.

Retroflexe krční páteře – napíná se *lig. longitudinale ant.*, přední okraje obratlových těl se oddalují, zadní naopak přiližují, zmenšuje se *foramen intervertebrale*, kloubní plošky se přibližují a zvětšuje se plocha jejich kontaktu.

Rozsah je určen stavem ligamentózního spojení jednotlivých obratlů. Je variabilní.

3 BIOMECHANIKA

[<http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/biomechanika/index.php>]

3.1 *Biomechanika vazů*

Pro vazy je výrazné viskózně-elastické chování s přihlédnutím na podíl elastinu a kolagenu. Viskózní komponenty určuje závislost zátěžové křivky na rychlosti deformace a její hysterézní charakter, rovněž predisponuje rizikovou lokalitu ruptury při protažení.

3.2 *Biomechanika meziobratlových destiček*

Meziobratlový disk zprostředkovává spojení obratlových těl. Svou deformací umožňuje vzájemný pohyb sousedních obratlů, které jsou navíc spojeny meziobratlovými klouby a vazy. Při zatížení se jádro deformuje a tekutina v jádře je vytlačována všemi směry. S věkem dochází ke snižování množství tekutiny a snížení výšky obratlů a zhoršují se viskózní vlastnosti jádra.

Meziobratlová ploténka (disk) je viskoelastická struktura. Ve své sekvenci kaudálně proximálně vytváří účinnou tlumicí soustavu impaktní a cyklické zátěže (až 100krát snížena amplituda rázů), která pochází od lokomočních pohybů. Současně se podílí na flexibilitě páteře. Není kloubem (neurčuje primárně meziobratlovou pohyblivost), ale tlumičem

3.3 *Biomechanika svalů*

Sval je v pohybovém ústrojí aktivním generátorem síly. Aktivní svalová tkáň má tu vlastnost, že v sobě může vytvářet energii pro pohyb, udržovat polohu a absorbovat účinky vnější síly. Mechanické vlastnosti svalové tkáně závisí na druhu svalu, trénovanosti a teplotě. Nárůst síly, kterou je sval schopen přenášet aktivní kontrakcí, je závislý na míře aktuálního protažení svalu. Schopnost svalu působit aktivní sílu pro přenášení břemene totiž závisí na míře zasunutí aktinomyozinového komplexu.

4 HOJENÍ TKÁNÍ:

Hojení tkání probíhá ve třech fázích:

Fáze zánětlivá – fagocytóza, neovaskularizace

Fáze proliferativní – syntéza kolagenu a glykosaminoglykanů-GAGs

Fáze remodelační – konečná fáze formování architektury tkáně [Zemanová, Vacek, Bezdovová, 2003].

4.1 *Fáze exsudativní*

Fáze exudativní nastupuje bezprostředně po poranění. Dochází ke spasmu poraněných kapilár, spouští se hemostatická kaskáda a rána se vyplňuje koagulem. Dilatací neporaněných cév a zvýšením permeability kapilár se zvyšuje exsudace plazmy do intersticia. Aktivuje se systém komplementů a uvolňují se chemotaktické faktory, přitahující do oblasti poranění granulocyty a lymfocyty. Jejich nejdůležitější úkol je kontrola případné bakteriální kontaminace. Jsou odpovědné za fagocytózu a likvidaci tkáňového detritu. Tato fáze trvá přibližně tři dny [Dungl, 2005].

4.2 *Fáze proliferační*

Fáze proliferační probíhá zhruba od čtvrtého dne po poranění. Hlavní roli zde hrají zpočátku makrofágy, které vznikají z hematogenních monocytů. Makrofágy produkují cytokiny a růstové faktory. Rozhodujícím činitelem při reparaci je novotvorba cév, které do oblasti přivádějí kyslík a živiny. Podkladem granulační tkáně jsou jemné konvoluty rozvětvených kapilár. Tvorbu iniciují fibroblasty, které produkují kolagen a proteoglykany. Kolagen postupně vytrává v mezibuněčném prostoru v pevné fibrily a proteoglykan vytváří gelovitou základní substanci [Dungl, 2005].

4.3 *Fáze maturační*

Po týdnu dochází přeměnou granulační tkáně k tvorbě jizvy. Ta vyplňuje vyplňuje tkáňové defekty a přemostuje je [Dungl, 2005].

5 DEFINICE A KLASIFIKACE

Termín „whiplash injury“ byl představen v roce 1928 americkým lékařem H. E. Crowem, který jej použil k popisu klinického obrazu, vyskytujícího se u některých pacientů, kteří byli vystaveni nepřímému poranění krční páteře v souvislosti s dopravními nehodami motorového vozidla [Rydevik et al., 2008]. Před tímto rokem se poranění nazývalo "Railway Spine" ("Železniční páteř"), protože postihovalo nejčastěji cestující ve vlaku, kteří byli vystaveni prudkému nárazu během jízdy s následným prudkým trhnutím hlavy nebo páteře [Whiplash injury, 2009]. Vzhledem k mechanismu nepřímého poranění krční páteře, který se podobá šlehnutí bičem - relativně malá síla na rukojeti biče vede k mnohem většímu a rychlejšímu pohybu na jeho konci - je termín whiplash používán k popsání jak k charakteru pohybu, tak i k mechanismu poranění spojeným s nepřímým traumatem krční páteře. Nicméně, je zde jeden velký rozdíl mezi pohybem a silou, spojenou se skutečným bičem, a situací, odpovídající whiplash injury krční páteře. Tímto rozdílem je hmotnost hlavy (přibližně 3-4 kg), což zvyšuje síly působící na hlavu a krční páteř [Rydevik et al., 2008].

5.1 Doporučované definice

„*Whiplash trauma*: Mechanické poškození struktur krční páteře a hlavy, ke kterému dochází při akceleračně-deceleračním pohybu, kdy tento pohyb přenáší energii na struktury krční páteře a hlavy bez existence jejich přímého poranění.“

„*Whiplash injury*: poranění nebo funkční porucha, ke které dochází v souvislosti s whiplash trauma.“

Whiplash injury, jak je uvedeno výše, je tedy synonymem pro související poruchy s *whiplash trauma* (WAD) podle nomenklatury QTF. [Rydevik et al., 2008]

5.2 Klasifikace

5.2.1 Nejpoužívanější klasifikace WAD je podle QTF

stupeň	klinická prezentace
0	žádné bolestivé obtíže šíje, žádné fyzikální příznaky
I	ztuhlost a bolestivost šíje, bez dalších fyzikálních příznaků
II	ztuhlost a bolestivost šíje A muskuloskeletální příznaky ^a
III	ztuhlost a bolestivost šíje A neurologické příznaky ^b
IV	ztuhlost a bolestivost šíje A dislokace nebo zlomeniny

^a snížení rozsahu pohybu, místní citlivost
snížené nebo vyhaslé hluboké šlachové reflexy, slabost a

^b smyslové deficity

Příznaky, které se mohou objevit ve všech stupních: hluchota, závratě, hučení v uších, ztráta paměti, dyfsfágie a bolest čelistního kloubu.

Tabulka 1: klasifikace whiplash injuries podle QTF

Definice podle QTF: whiplash je akceleračně-decelerační mechanismus přenosu energie na šíji. To může být důsledkem zadních nárazů u dopravních nehod, nebo jiných nehod, např. pádů. Kolize může mít za následek poranění kostí nebo měkkých tkání, které může vést k rozmanité klinické manifestaci (WAD). [Rydevik et al., 2008]

5.2.2 Další klasifikace

Radanov a kolektiv předložili klasifikační systém založený na symptomatologii. Oddělili klinické projevy do dvou syndromů: syndrom dolní krční páteře (LCS) a cervikoencefalický syndrom (CES). LCS je charakterizován jako bolesti krční páteře a cervikobrachiální problémy, zatímco CES charakterizovali jako bolesti hlavy, únavu poruchy koncentrace a vizuální problémy.

Gerdle a kolektiv navrhli klasifikační systém, ve kterém se k zhodnocení příznaků a klinických nálezů připojí i časový průběh a trvání symptomů [Rydevik et al. 2008].

- Kategorie A – hlava, krk a ramena

- Kategorie B – hlava, krk a ramena - snížení citlivosti, bolest, motorická slabost
- Kategorie C – hlava, krk, ramena závrať a centrální nervový systém – vizuální problémy, přecitlivělost na světlo a hluk, intolerance stresu
- Kategorie D - hlava, krk a ramena - snížení citlivosti, bolest, motorická slabost, a centrální nervový systém - vizuální problémy, přecitlivělost na světlo a hluk, intolerance stresu
- Časová osa: Počet týdnů s problémy: Akutní < 12 týdnů
Chronický > 12 týdnů

Bylo navrženo taky rozšíření klasifikace dle QTF, ve kterém by WAD stupeň II byl rozdělen do tří podskupin. Tento systém by vyžadoval značné rozšíření vyšetřování motorických a senzorických funkcí, včetně stanovené prahu bolesti pro teplo a chlad. Dále jsou v tomto návrhu zahrnuty taky příznaky jako psychický stres a strach. Prognostická hodnota této rozšířené klasifikace nebyla zatím zkoumána [Rydevik et al. 2008].

6 MECHANISMUS VZNIKU WHIPLASH INJURY

Přesný mechanismus vzniku tohoto poranění byl popsán v roce 1953 lékaři Gay a Abbott.

Mechanismus vzniku whiplash injury je velmi komplexní. Vždy mu předchází prudký pohyb hlavy vyvolaný vnějším nárazem nebo nečekaným trhnutím těla. Hlava a šíje při něm vykonávají prudké ohnutí - hyperflexi nebo hyperextenzi, které je následováno rychlým pohybem opačným směrem.

Hlavním faktorem vyvolávajícím nebezpečný pohyb hlavy je odstředivá síla. Ta způsobuje obrovské zrychlení pohybu s následným přesunem energie do šíje, během kterého se tělo snaží zpomalit nežádoucí pohyb hlavy zvýšeným napětím svalů v šíji a ramenou [Whiplash injury, 2009].

Nejčastěji se hovoří o whiplash mechanismu poranění vzniklého při srážkách motorových vozidel nárazem zezadu.

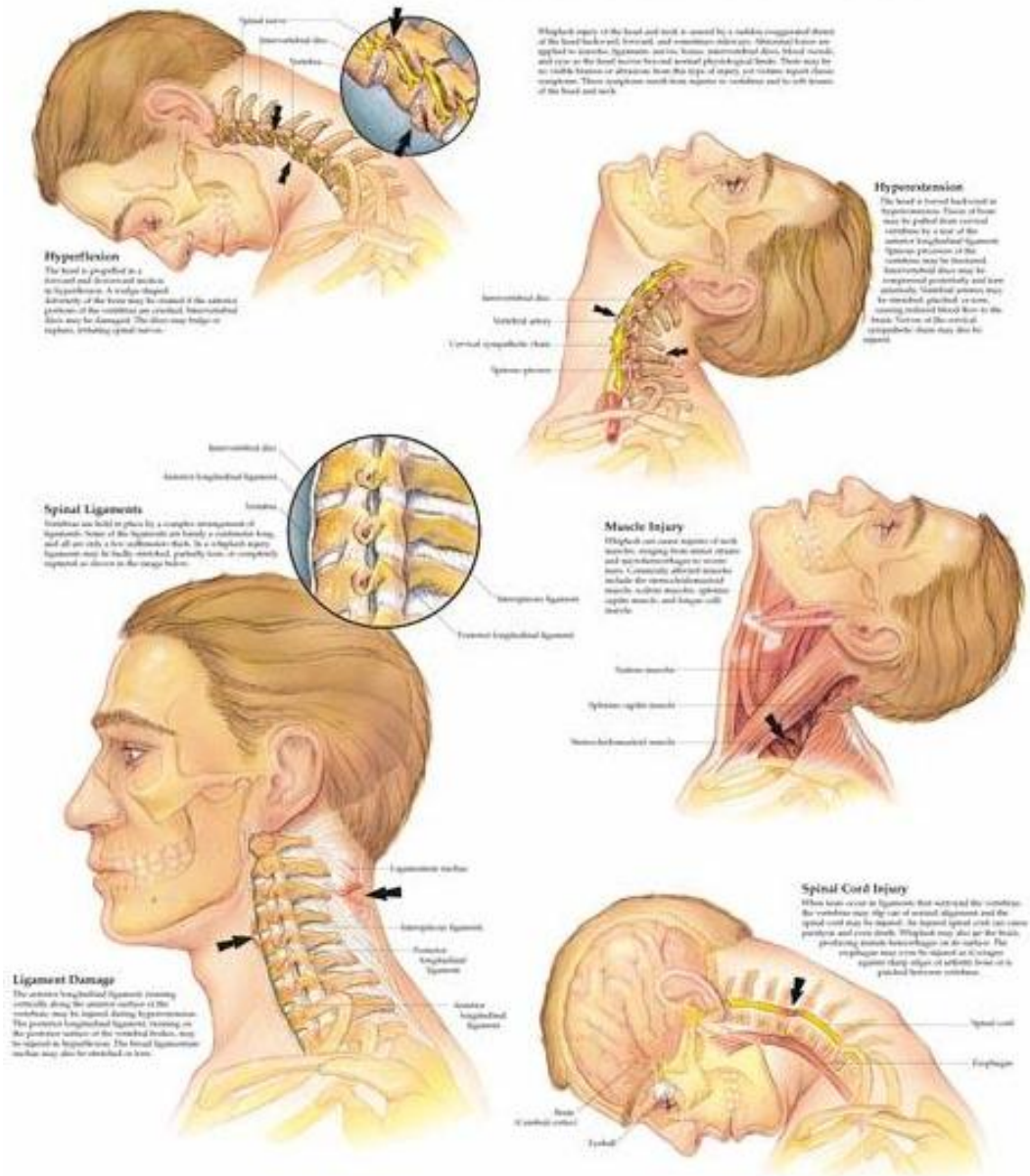
Po nárazu zezadu je přední vozidlo vrženo vpřed – náhle akceleruje, opěradlo sedadla se sníží, nakloní dozadu a dolní částí narazí sedící osobu v oblasti lumbosakrální. TO způsobí okamžitou akceleraci trupu současně nahoru a dopředu. Akcelerací trupu nahoru proti hlavě dochází k axiální kompresi krční páteře se zakřivením do tvaru S. V oblasti dolní krční páteře je extenze s kompresí a v oblasti horní krční páteře flexe s kompresí. K esovitému zakřivení krční páteře dochází prvních 50-75 ms po nárazu. Právě toto zakřivení je nejspíše hlavní příčinou WAD. Trup je současně akcelerován dopředu a hlava, která svou vahou zaostává, se kontaktuje s hlavovou opěrkou. Dochází k abnormální extenzi krční páteře. Axiální kompresí se posouvá osa rotace nahoru, horní obratel rotuje do extenze bez translace a dolní facet tohoto obratle naráží do horních facet obratle dolního. Nakonec s určitým zpožděním je dopředu akcelerována hlava a krční páteř přechází do flexe. Vyvolané síly rostou v přímé závislosti na rychlosti vozidla postiženého. Důležitou roli zde hraje správně nastavená opěrka hlavy. [Zemanová, Vacek, Bezdovová, 2003]

6.1 *Podstata poranění*

Podstatou poranění Whiplash Injury je zhmožděná tkáň a krevní výrony, které vznikají v důsledku obrovského zrychlení v oblasti míchy, mozkového kmene, smyslových orgánů a vazivově-svalového aparátu krční páteře. Ložiska zhmoždění i krevních výronů mohou být mnohočetná a současně velmi drobná, až mikroskopická [Whiplash injury, 2009].

Náhlým napětím vznikají drobné trhlinky a hematomy ve vazech, kloubních pouzdrech a ve svalových úponech. Při větším násilí může být poškozena i meziobratlová ploténka, může vzniknout i natažení esofagu a přechodné polykací potíže. [Rychlíková, 2008]

WHIPLASH INJURIES OF THE HEAD AND NECK



Obrázek 6.1 Jak vzniká whiplash poranění
[http://keystohealth.com/clients/4479/images/chart_whiplash.jpg]

7 KLINICKÁ SYMPTOMATOLOGIE, PROGNOSTICKÉ FAKTORY

Při vyšetřování pacienta po dopravní nehodě je nutné pomyslet na možnost whiplash injury. [Whiplash injury, 2009]

7.1 *Subjektivní diagnostika*

7.1.1 Bolest a ztuhlost šíje

Přehled literatury ukazuje, že bolesti definované jako akutní se mohou lišit v délce trvání, avšak bolestivý stav definovaný jako dlouhodobý obecně přetrvává po dobu 6 měsíců a více. Doba trvání akutní bolesti závisí do jisté míry na stupni poškození tkání. Akutní ztuhlost svalstva je prominentní příznak, pravděpodobně v důsledku kontrakce a napětí svalstva nebo drobného krvácení.

Intenzita bolesti je závislá na stupni poškození tkáně a na intenzitě zánětlivé reakce, ke které dochází přes kaskádu reakcí spojených s akutní fází zranění. Intenzita bolesti a její distribuce jsou závislé nejen na zánětu, poruše krevního oběhu nebo na svalové kontrakci; dojem větší bolesti je ovlivněn taky značnou plasticitou PNS a jeho schopností přenášet bolest, který může změnit impuls do CNS jak intenzivně tak v dlouhodobém horizontu. [Rydevik et al. 2008]

Bolest a ztuhlost šíje jsou nejdůležitějšími příznaky, které jsou běžně spojené s poraněním. Bolest jako taková je velmi proměnlivá. Může vyzařovat od krku do zadní části hlavy nebo dolů do ramen. U pacientů s relativně menšími problémy může být bolest přítomna pouze v koncových fázích pohybu, ale u těch se závažnými problémy může být z důvodu bolesti omezen rozsah pohybu krční páteře. Bolest se vyskytne zpravidla brzy po traumatu, kdežto k ztuhlosti dojde s určitým zpožděním [Rydevik et al. 2008].

7.1.2 Další příznaky v akutní fázi

Během prvních 24 hodin se u většiny pacientů po whiplash injury vyvíjí kromě bolesti a ztuhlosti šíje bolest hlavy, bolest čelistního kloubu, závraťe či bolest zad. [Whiplash injury, 2009]

Doprovodné příznaky nemusí exaktně odpovídat oblasti hlavy a krku [Whiplash injury, 2009]. Jedná se velmi často o příznaky neurologické. Pacienti mohou hlásit parestézie, slabosti v paži nebo rukou. Tyto příznaky často zahrnují bolest ze svalů a kloubních striktur na krku, ramenou a hrudní páteři. Mezi další příznaky patří poruchy vidění, poruchy sluchu. Poruchy spánku a problémy s pamětí a soustředěním se vyskytují zhruba ve 25 % případů [Rydevik et al. 2008].

7.2 *Objektivní diagnostika*

Diagnóza whiplash injury, jako diagnóza jakýchkoliv dalších onemocnění, je stanovena na základě odebrání anamnézy a klinických vyšetření. Nejsou žádné zvláštní typické nebo charakteristické příznaky, nebo signály naznačující, že pacient má *whiplash injury*, naopak, diagnostika je založena na tom, jak se příznaky časově rozvíjí v souvislosti s *whiplash trauma* [Rydevik et al. 2008].

Zobrazovací metody jsou využívány v akutní fázi pro vyloučení fraktur, většího poškození ligament, diskopatií (Sterner, Gerdle, 2004).

Mezi používané zobrazovací metody patří CT, které nám zobrazí pouze kostěné struktury a MRI. Na těchto snímcích je nejlépe patrné, k jak velkému poškození zde došlo. Dalším přístrojem, který nám ukáže, zda je pacient stabilní či ne, je zařízení Tetrax.

Vzniká omezení pohybu hlavy, takže nemocný drží hlavu strnule a brání se pohybu. Pociťuje určitou úlevu, když si přidrží hlavu rukama. Nejtypičtější to je u uléhání a vstávání. Klinické vyšetření zahrnuje ztuhlost krční páteře a omezení hybnosti, vyrovnání krční lordózy, přítomnost bolesti při pohybu a palpaci měkkých tkání. Při segmentovém vyšetření vleže je pohyb v

kloubu bez omezení a při manuální trakci udává pacient úlevu (Rychlíková, 2004).

Whiplash mechanismus způsobuje poranění některých struktur. Objektivní důkaz zobrazovacími metodami o těchto zraněních je však vzácný. V současné době není možné identifikovat poraněné struktury v akutním stádiu whiplash poranění. [Seferiadis, Rosenfeld, Gunnarsson, 2004]

7.3 Prognostické faktory

Prognóza při poranění krční páteře je obvykle příznivá, studie ukazují, že až 90% pacientů se obnoví během několika měsíců. Přibližně 70% zraněných se zlepší během několika dní až 2-3 týdnů, asi 20% pacientům přetrvávají příznaky, ale nezhoršuje se jejich pracovní schopnost, zatímco 5-10% pacientů příznaky omezují v práci a ve volnočasových aktivitách. Pokud příznaky přetrvávají déle než 2 měsíce, je zde velké riziko pro vytvoření dlouhodobého problému. V případech, kdy příznaky přetrvávají i po 6 měsících je prognóza zpravidla nepříznivá, ačkoliv zlepšení byla prokázána i po 4 letech od poranění.

Mezi silné faktory, které byly zaznamenány v souvislosti s rozvinutím dlouhodobých problémů, řadíme na prvním místě intenzivní bolest a vyšší WAD stupeň (pro oba příznaky platí čím vyšší, tím větší riziko).

Poněkud menší riziko představují faktory biopsychosociální, jako je například vysoké množství stresových faktorů, strach z pohybu, omezené vzdělání či obavy z budoucnosti, faktory psychiatrické (viz podkapitola Psychologické aspekty) a další rozmanité faktory, především ženské pohlaví, vyšší věk a faktory související s pojištěním [Rydevik et al. 2008].

7.3.1 Psychologické aspekty

Mnoho pacientů udává úzkosti, deprese a poruchy soustředění [Binder, 2007].

Ačkoliv není tomuto druhu příznaků věnováno moc pozornosti, měli bychom při vyšetřování pomýšlet i na to, že se může vyvinout akutní stresová

porucha, fobická úzkost spojená s cestováním. Vyšší emocionální reakce v akutní fázi je spojena zpravidla s bolestí trvající déle než 4 týdny. [Sternner, Gerdle, 2004]

Drottning et al. zjistili, že vysoké skóre na stupnici vlivu události, který měří míru posttraumatické stresové reakce, stanovené několik hodin po dopravní nehodě, významně koreluje s bolestí přetrvávající 4 týdny. Vysoká hladina stresu, nesouvisející s nehodou zahrnující whiplash injury má negativní dopad na průběh whiplash injury [Rydevik et al. 2008].

Právě v souvislosti s akutní bolestí se setkáváme nejčastěji s psychologickými nebo psychiatrickými poruchami. Zkušenosti s akutní bolestí negativně ovlivňují pozornost a paměť. Pacienti mohou mít problémy se spánkem, bývají unavení, podráždění a depresivní. Podle Mayou a Bryant se až u 19% pacientů s poraněním krční páteře do jednoho roku od dopravní nehody rozvine dopravní fobie. [Rydevik et al. 2008]

8 WAD

8.1 *Akutní a chronické WAD*

Pacienti, kteří trpí akutním WAD, se liší od těch, kteří trpí chronickým WAD. Z dostupných údajů dojdeme ke tvrzení, že na rozvinutí WAD až do chronicity se podílí mimo jiné i psychologické faktory, jako je pohled pacienta na sebe jako nemocného člověka, který má potřebu se šetřit a nezatěžovat místo poranění víc než je to nutné [Seferiadis, Rosenfeld, Gunnarsson, 2004]

8.2 *Epidemiologie*

Epidemiologické údaje o poranění krční páteře jsou omezené. Nejčastějším zdrojem při odhadování počtu poranění jsou policejní zprávy, návštěvy na pohotovosti v nemocnicích a pojistné nároky. [Rydevik et al., 2008] Protože se ale poranění whiplash vyskytne většinou u menších nehod (některé studie dokazují, že k poranění krční páteře při nárazu zezadu stačí poměrně nízká rychlost kolem 20 km/h může vést k rozvoji příznaků poranění whiplash), nedá se určit spolehlivý údaj o výskytu poranění, dá se totiž předpokládat, že takovéto menší nehody ani nejsou hlášeny na policii. [Sterner, Gerdtle, 2004]

9 TERAPIE

Při plánování strategie léčby jsou v podstatě dvě možnosti přístupu k terapii pacientů s WAD, přístup aktivní a pasivní. Rozhodování pro jednu z nich by mělo být podloženo výsledky validních a vědeckých studií. Současné moderní studie vychází z poznatků fyziologie hojení tkání. Správné pochopení tohoto procesu, by mělo usnadnit a podpořit hojení tkání po whiplash poranění, aby výsledná funkce byla co nejkvalitnější. [Zemanová, Vacek, Bezvodová, 2003]

9.1 *Pasivní terapie*

Vychází z požadavku bezpečného a klidného průběhu zmiňovaných fází hojení, protože případnou nevhodnou aktivitou pacienta nebo příliš časným zásahem terapeuta by mohlo dojít k dalšímu poškození zraněných tkání.

Mezi možné pasivní postupy patří aplikace tepla nebo chladu, ultrazvuku, magnetoterapie. Z elektroterapie je využívána elektroanalgezie, nejčastěji TENS a interferenční proudy. Využívány jsou rovněž masáže

Velmi vhodné a doporučované je využití pasivní mobilizace krční páteře v nebolestivém směru, aplikované ihned po krátké imobilizaci. Při této terapii je důležitá velikost a směr působení sil, protože při správném působení se zvyšuje síla a kvalita hojené tkáně. Prováděním pasivní mobilizace se vyhneme riziku špatně prováděných pohybů pacienta během dne bez supervize terapeuta [Zemanová, Vacek, Bezvodová, 2003].

9.1.1 Imobilizace měkkým krčním límcem

Provádí se v obloukovité flexi 30°, v tomto rozsahu se otevírají kloubní faceti a nedochází k jejich další traumatizaci špatnou imobilizací. Imobilizace je indikovaná na 5-6 týdnů, což je fyziologická doba, v rámci které by se měly zhojit traumatizované tkáně [Zemanová, Vacek, Bezvodová, 2003].

Přiložením měkkých límců dosáhneme minimálního stabilizačního účinku. Hartmannova práce popisuje 10% restrikci flekčně - extenčního a lateroflekčního rozsahu pohybů, zatímco rotaci měkký límec neovlivní vůbec.

Molitanový pás působí tepelně izolačně a tím myorelaxačně. Pacienty bývá dobře tolerován, můžeme proto počítat s vysokou mírou spolupráce. Měkký krční límec svému nositeli poskytuje proprioceptivní zpětnou vazbu určující polohu krku. Otázkou však zůstává, jak dlouho, při dlouhodobém užívání, můžeme s touto zpětnou vazbou počítat. [Barsa, Suchomel, 2005]

Límcem nedosáhneme úplné imobilizace, ale zabráníme pohybům krční páteře, přičemž pohyb v AO skloubení zůstává volný. Doba nošení límce je závislá na subjektivních příznacích. Nemocní po delší dobu hůře snášejí otřesy a prudké pohyby hlavou. Poměrně dlouhou dobu zůstává přecitlivělost na akceleraci nebo brzdění při jízdě autem nebo dopravními prostředky. Proto jim doporučujeme při jízdě nošení podpůrného límce, dokud nepominou subjektivní potíže [Rychlíková, 2008]



Obrázek 9.1 Měkký krční límec

9.1.2 Imobilizace semirigidním krčním límcem

K nejpopulárnějším zástupcům této skupiny patří límce Philadelphia (Obr. 2), Stifneck a Malibu. Přední část by měla být kraniálně opřena o dolní čelist a zadní část o týlní kost. Kaudální oporu představují ramena a sternum. Uvedená opora pevných komponent představuje zvýšení zevních fixačních sil a současně znamená, že při správném užití musí límec svého uživatele omezovat v běžných aktivitách. Vedle imobilizace krční páteře dominuje restrikce pohybu v temporomandibulárním kloubu. Omezen je hlavně flekčně - extenční rozsah pohybů páteře. Udávané hodnoty se v případě límců Philadelphia pohybuje kolem 46 % omezení pohybů v sagitálním směru, v případě límců Malibu se udává hodnota 40 % a Stifneck dokonce 70 %.

Podstatně menší stabilizační efekt však poskytují při rotačních pohybech a lateroflexi (kolem 26%) [Barsa, Suchomel, 2005]



Obrázek 9.2 Semirigidní krční límec Philadelphia

9.1.3 Důsledky nošení krčního límce

Nošení měkkého krčního límce s sebou přináší i určité komplikace, nejčastěji se setkáváme s kožními problémy, jako jsou např. zapáčky. Další komplikací užívání krční ortézy je indukce strukturálních změn krční páteře (ortézy). Protože jsme použitím ortézy vyřadili z činnosti veškeré posturální svalstvo krční páteře, tato svalovina atrofuje a pacienti si často ulevují pasivním podpíráním brady o přední část ortézy, čímž si vytvářejí předsunuté a ochablé držení krku, které nezřídka vede k oploštění lordózy, následně až ke kyfotizaci krční páteře. Takto změněná sagitální balance může být východiskem pro axiální přetížení předního páteřního sloupce s akcelerací degenerativních změn. Zatímco krátkodobé užití krční svaly uvolňuje, dlouhodobé naložení bez náležitého procvičování krční svaloviny může vyústit ve vznik svalové dysbalance - horní zkřížený syndrom. Ten se může projevat poměrně intenzivními myofasciálními bolestmi, ještě před nebo až po odebrání límce, lokalizovanými v oblasti záhlaví a C-Th přechodu. U pacientů dlouhodoběji zajištěných tvrdým krčním límcem je možná přítomnost cervikálních závratí během pohybu hlavy oproti trupu. Při dlouhodobějším nošení hrozí nebezpečí vzniku fyzické i psychické závislosti na krčním límci. [Barsa, Suchomel, 2005]

9.1.4 Návrh léčebného programu podle Steidla, Houdka a Hrabálka [2001] při poranění krční páteře

Nutné je přiložit krční límec hned v prvních dnech, a to i tehdy, nemá-li poraněný žádné obtíže (ty jsou nepřítomny až ve 30% případů poranění krční páteře). Šest týdnů žádná mobilizace, vhodná je rehabilitační evidence pro brzké zahájení léčby. Je vhodné podání nesteroidních analgetik. Po 7 týdnech postizometrická relaxace, mobilizace, elektroléčba, cvičení doma. Šetřící režim po 6 měsících.

9.2 *Farmakoterapie*

Závěry několika studií se shodují v doporučení různých forem farmakoterapie zaměřených na bolest, které by měly být velmi individuálně indikovány. [Zemanová, Vacek, Bezdovová, 2003]

9.3 *Aktivní terapie*

Mnoho studií se v poslední době zabývalo aktivním přístupem k terapii WAD a jejich výsledky jsou velmi podobné. Studie došly k závěru, že pro pacienta je nejlepší, začít mobilizovat krční páteř a cvičit její svalstvo pod odborným vedením fyzioterapeuta co nejdříve po úraze. Studie dokazují, že aktivní léčba má příznivý účinek minimálně na 1 zásadní důsledek úraze, a to bolest. Sterner, gerdle

Máme několik přístupů a metodik, podle kterých je možno pacienta instruovat.

9.3.1 Metoda Robina McKenzieho

Pokud není uvedeno jinak, text i obrázky pochází z textu Robina McKenzie, z knihy: Léčíme si bolesti krční páteře sami.

V USA je tato metoda velmi oblíbená [Zemanová, Vacek, Bezdovová, 2003].

McKenzie zavedl sestavu sedmi cviků na krční páteř, jejichž cílem je odstranění bolesti a obnovení normální pohybové funkce. Cvičení za účelem

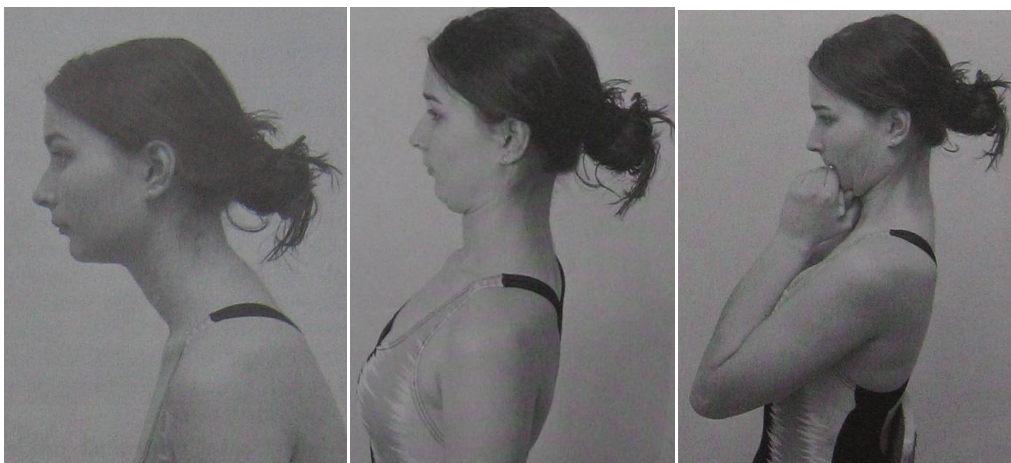
odstranění bolesti je nutné provádět do krajní polohy bolesti či mírně přes bolest, mělo by následovat uvolnění napětí a vrácení se do výchozí polohy. Cvičit tuto metodu lze vleže, nebo vsedě, pokud nám intenzita bolesti brání cvičit vsedě, je vhodné si najít odpovídající polohu vleže. Jestliže jsou bolesti krční páteře takového rázu, že lze jen velmi obtížně pohybovat hlavou a nejde najít žádná vhodná pozice na lůžku, pak je důležité nespěchat a volit cvičení velice opatrně.

Důležitou součástí terapie je dokonalá motivace pacienta. [Pavlů, 2003]

CVIK 1: Retrakce hlavy vsedě

Cvik se provádí vsedě na židli. Pohled směřuje dopředu. Když se pacient uvolní, hlava se trochu vysune dopředu. Toto je výchozí poloha pro tento cvik. Pomalu a vytrvale pacient zasouvá hlavu dozadu, přičemž udržuje stále pohled vpřed, nezaklání hlavu a bradu tlačí dolů a dovnitř. Pohyb provádíme do maximálního rozsahu. Pokud chceme cvičení zefektivnit, přiložíme obě ruce na bradu a pevně zatlačíme do směru zasouvání tak daleko, jak je to možné.

Doporučuje se cvičit v sériích po deseti, každá tato série by se měla opakovat šestkrát až osmkrát za den.



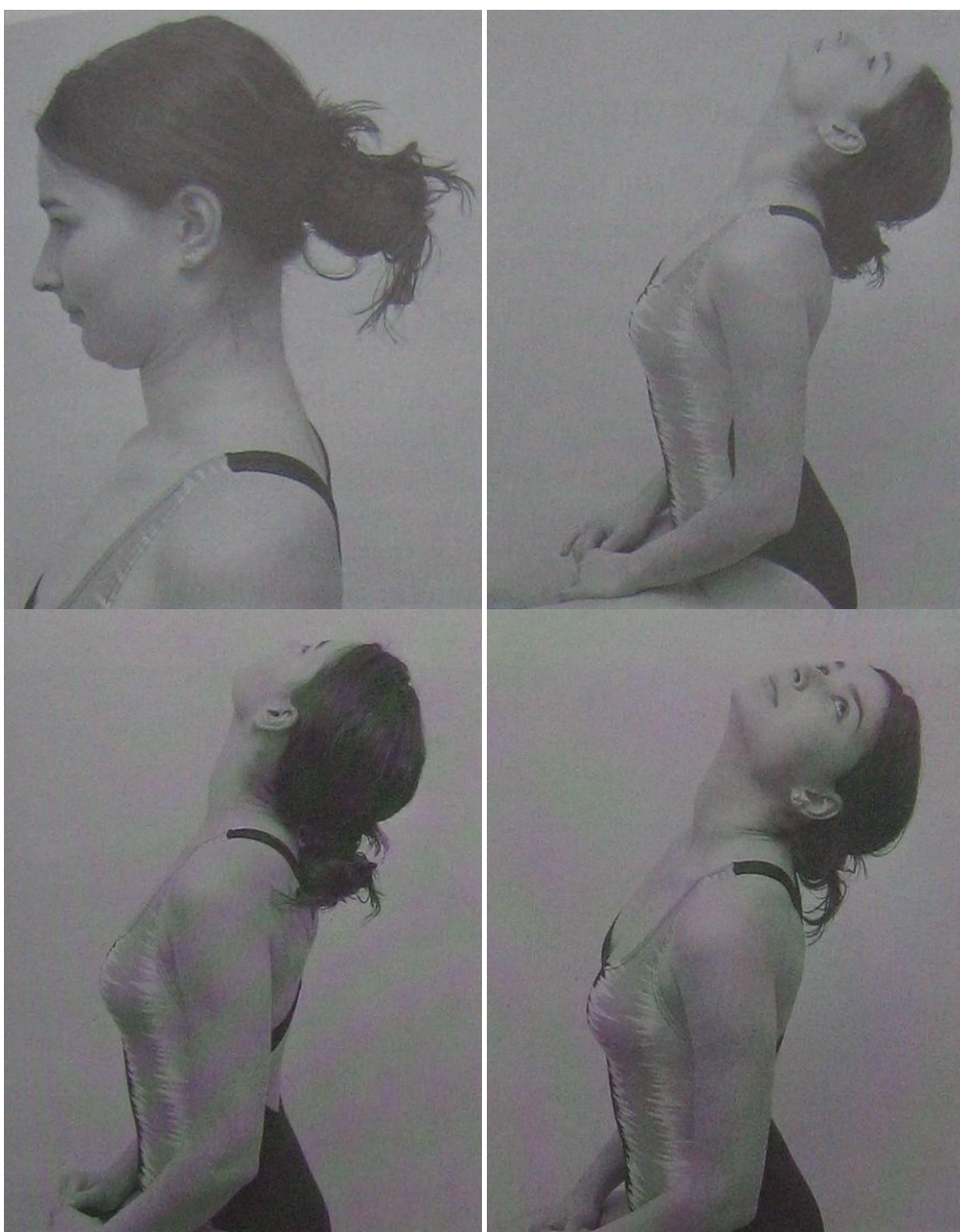
Obrázek 9.3 Retrakce hlavy vsedě

CVIK 2: Extenze krku vsedě

Toto cvičení by mělo vždy navazovat na cvik 1. Výchozí poloha pro tento cvik je retrakce, tedy maximální poloha cviku 1.

Pacient zvedá bradu nahoru a zakloní j tak daleko, jako když se dívá na nebe. S hlavou v maximálním možném záklonu musí pacient opakovaně otáčet doprava doleva asi dva cm okolo osy nosu. Délka trvání je pouze několik sekund.

Cvičí se v sériích stejně jako cvik 1.

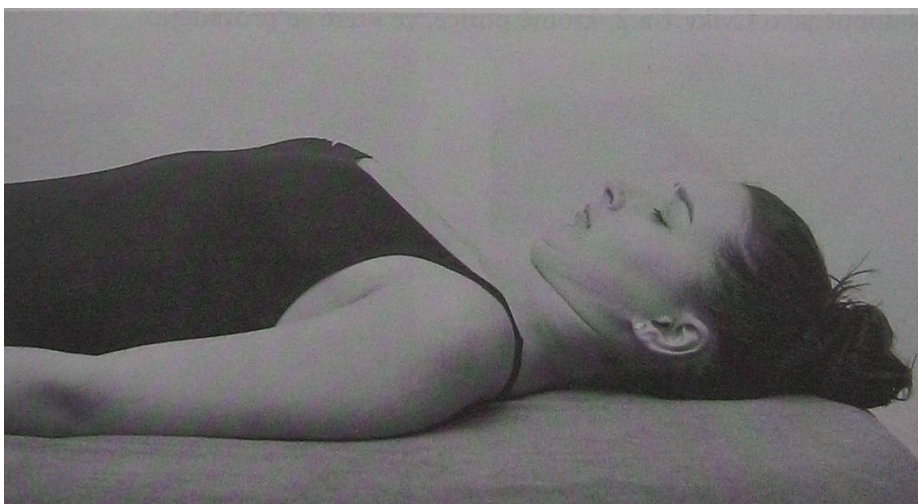


Obrázek 9.4 Extenze hlavy vsedě

CVIK 3: Retrakce hlavy vleže

Cvik se provádí vleže na zádech tak, aby hlava byla položená směrem k volnému konci lůžka. Pacient zatlačí hlavou do lůžka a současně přitáhne bradu na hrudník. Hlava se posouvá dozadu do podložky, kam nejdál může, zrak směřuje ke stropu. Jakmile dosáhne pacient maxima na několik sekund, relaxuje a hlava se dostane do výchozí polohy.

Cvičí se stejně jako předchozí cviky, pacient musí kontrolovat, jestli se mu od bolesti ulevuje, pak může ve cvičení pokračovat, pokud pociťuje bolesti větší, nebo se objevují jiné příznaky, měl by cvičení zanechat.

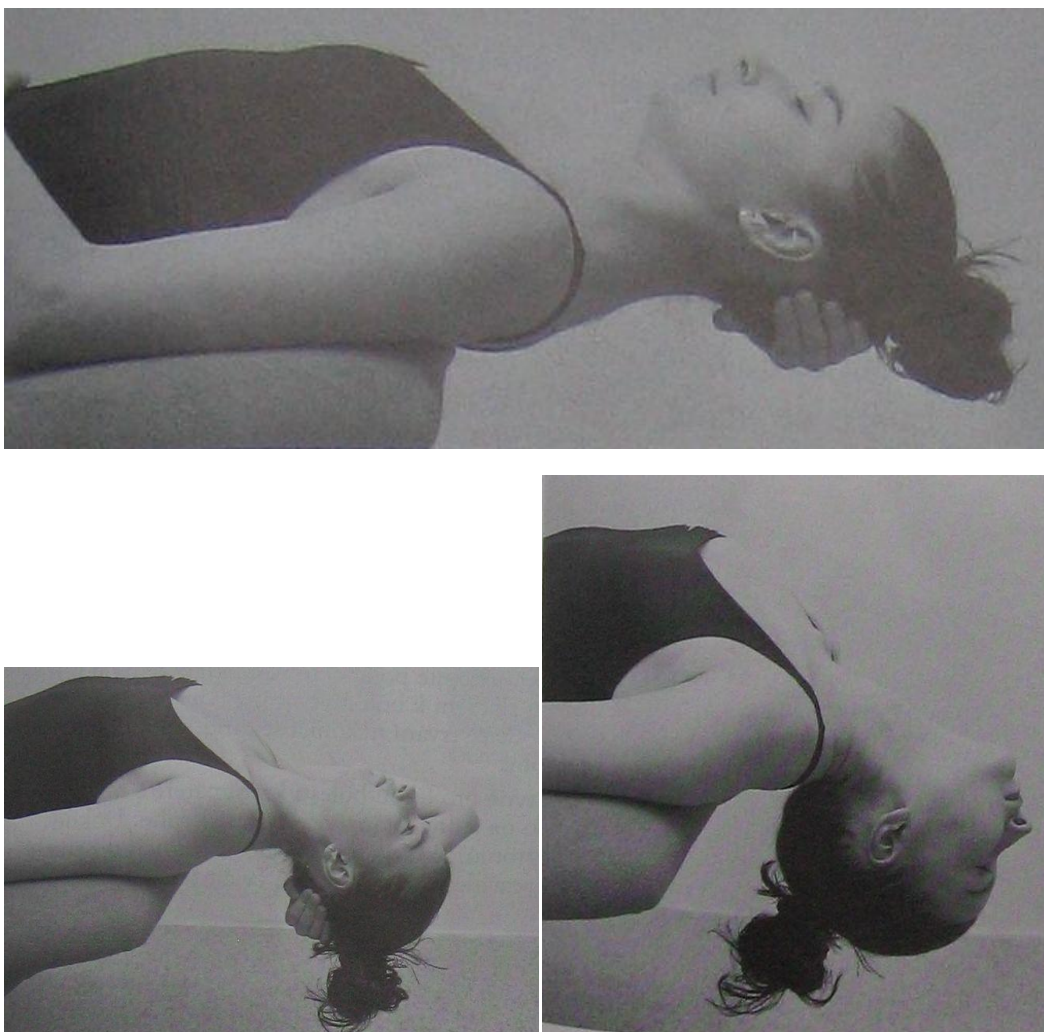


Obrázek 9.5 Retrakce hlavy vleže

CVIK 4: Extenze krku vleže

Toto cvičení by mělo následovat po cviku 3. Pouze se malinko změří výchozí poloha pro tento cvik, a to tak, že se pacient vysune z lůžka k jeho kraji tak, aby hlava, krk a ramena přečnívaly z lůžka.

Zpočátku držíme hlavu ve vzduchu, poté ji pomalu pouštíme do záklo-nu směrem k podlaze. Poté vyndáme zpod hlavy naši ruku a snažíme se podí-vat co nejdál za sebe, čímž dosahujeme maximálního rozsahu extenze. V maximální poloze otáčíme hlavou kolem linie nosu asi dva cm na každou stranu. Po tomto cvičení se snažíme v této poloze relaxovat. Pro návrat hlavy do roviny těla musíme hlavu podložit rukou a rukou vytáhnout hlavu do vý-chozí polohy. Po tomto cvičení je nutno odpočívat několik minut vleže na lůž-ku.

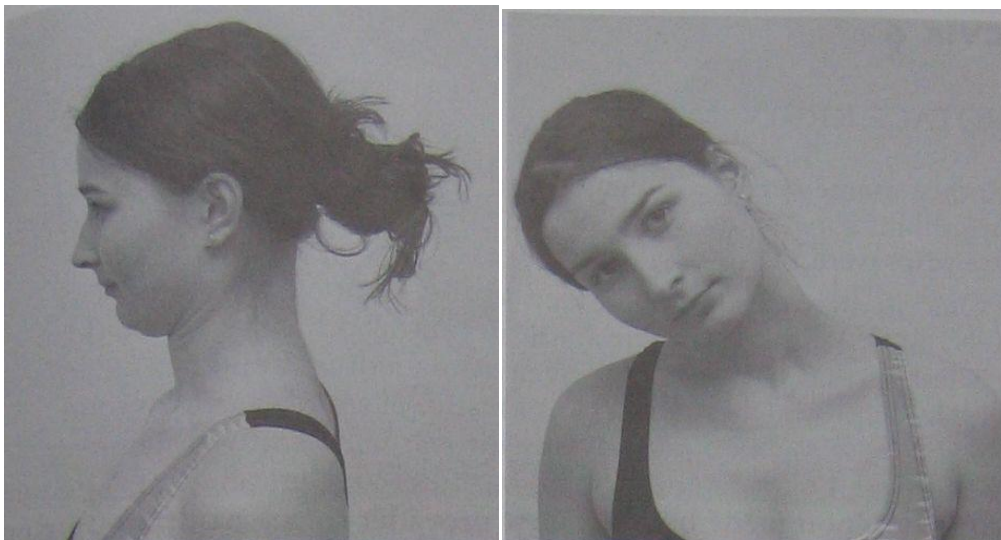


Obrázek 9.6 Extenze hlavy vleže

CVIK 5: Úklon hlavy

Provádí se vsedě na židli.

Ukloňte hlavu a krk směrem ke straně, kde cítíte větší bolest. Zabráníme možné rotaci. Pohled směřuje rovně před nás, snažíme se přiblížit ucho k rameni a současně udržet hlavu v retrakci. V konečné poloze vydržíme několik sekund a vrátíme se do výchozí polohy.



Obrázek 9.7 Úklon hlavy

CVIK 6: Rotace krku

Výchozí poloha je opět retrakce z cviku 1. Otáčíme hlavu tak daleko, kam je možné, doprava a potom doleva. Velmi důležité je udržet hlavu v retrakci po celou dobu otáčení.



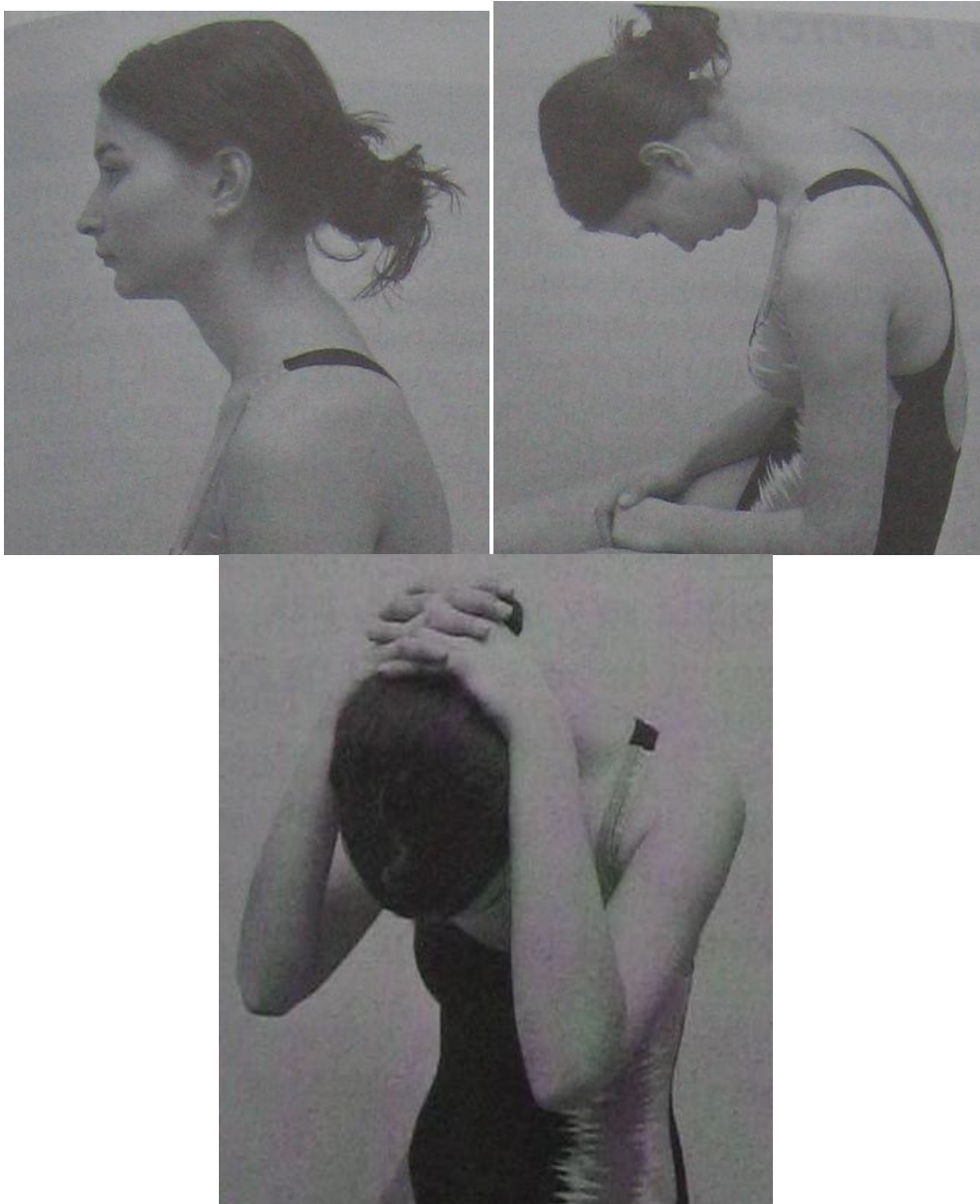
Obrázek 9.8 Rotace krku

CVIK 7: Flexe krku vsedě

Cvik provádíme vsedě na židli v uvolněné pozici.

Předkloníme hlavu tak daleko, až se brada dotkne hrudníku. Propleteme si prsty a takto zaháknut= ruce položíme na zadní stranu hlavy a úplně uvolníme. V této poloze váha rukou umožní dosáhnout bradou až na hrudník nebo co nejbližší k němu.

Tento cvik provádíme dva až třikrát v jedné sérii a každá série by se měla opakovat šest až osmkrát za den.



Obrázek 9.9 Flexe hlavy

Pacienti s akutní bolestí by podle McKenzieho měli dodržovat určitá pravidla.

- Po celou dobu trvání akutní bolesti by se měli snažit držet hlavu ve vzpřímené poloze, vyvarovat se rychlých pohybů a poloh, které poranění způsobily, aby se vyhnuli dalšímu poranění už tak do jisté míry přetížené a porušené tkáně.
- Neměli by spát s více polštáři, než je nezbytně nutné. Polštář by měl splňovat požadavky na vhodné podložení krční páteře. Také by se měli vyvarovat spánku na břicho, tj. v poloze, ve které dochází k velkému přetěžování krční páteře.

9.3.2 Přehled strategie aktivního přístupu k léčbě

[Zemanová, Vacek, Bezdodová, 2003]

Krátká imobilizace se prosazuje pouze na začátku fáze zánětlivé a v dalším průběhu, hlavně ve fázi fibroblastické a remodelační se upřednostňuje aktivní přístup k terapii.

Tato strategie vychází z prací, které prokázaly, že imobilizace způsobí ztrátu glykosaminoglykanů, mění poměr proteoglykanů a kolagenu, zvyšuje se tvorba vazebných můstků, zvyšuje se tuhost vaziva a mobilní tkáň se stává imobilní.

Ve fázi remodelační má aplikace kontrolovaného tlaku vliv na kvalitu jizvy, při imobilizaci dochází ke vzniku jizvy nekvalitní.

Omezení doby imobilizace a včasná aktivace v obou fázích zlepšuje viskoelastické parametry výsledné tkáně.

Fáze 1: 4-7 dní

V první fázi aktivní léčby se klade důraz na redukci bolesti a informovanost pacienta. Snažíme se pacienta motivovat ke spolupráci, krční páteř imobilizujeme krčním límcem a využíváme pasivní mobilizaci pouze jako terapie podpůrné.

Fáze 2: 4-7 dní – 3 týdny

Pokračujeme v aktivním přístupu s využitím již zmíněných postupů tak, abychom neprovokovali bolest. Pacient se postupně, co nejdříve, jak je možné navrací k běžným denním činnostem jako prevence „fixace pacienta na nemoc“. Dále pacienta dostatečně informujeme a pozitivně motivujeme.

Fáze 3: 3 týdny – 6 týdnů

Pokračujeme v komplexním přístupu, zvyšujeme aktivaci pacienta do té doby, dokud zátěž toleruje.

Pokud terapie probíhá normálně, je na místě zařadit do pacientových aktivit jeho zájmy a práci.

Pokud se terapie vymyká standardu, snížíme úroveň aktivace pacienta, využijeme relaxačních technik a dalších možností jako prevenci centralizace potíží. Je vhodné využít i psychoterapii.

Fáze 4: 6 – 12 týdnů

V komplexním přístupu pokračujeme u pacientů s WAD klasifikačního stupně II, zaměřujeme se na kontrolu a opravu důležitých pohybových stereotypů, klademe důraz na ergonomii a instruktáž.

Fáze 5: více než 3 měsíce

Pokud se nám pacient do této doby nezlepšil, ale jeho příznaky trvají dál, většinou se jedná o prodloužený (abnormální) průběh terapie, Akutní stav přechází do chronicity. V takovém případě je nutná spolupráce psychologa, event. algeziologa.

9.4 Podpůrné možnosti terapie

Několik studií různé kvality zkoumalo včasné intervence při whiplash injury. Většina fyzikální terapie, jako masáže, léčba teplem, protahování, manuální terapie, TENS, akupunktura, ošetření laserem nebo infračerveným světlem nemají žádné nebo minimální dopady. [Rydevik et al. 2008]

10 ZÁVĚR

Tato rešeršní práce měla za úkol podat přehled o poranění whiplash a o strategii léčby během akutní fáze tohoto poranění. Popisuje tento úraz jako poranění měkkých tkání v oblasti krční páteře, od které se odvíjí spousta rozmanitých příznaků. Většina studií udává, že běžnými zobrazovacími metodami nelze zjistit, v jakém rozsahu jsou měkké tkáně poškozeny, což terapeutům poněkud ztěžuje práci, jelikož abychom byli schopni vést terapii účelně, je nutné znát rozsah poškození stejně tak, jako mít přehled o fyziologii hojení. Z toho by měla vycházet nejlepší léčba. Se specifickým přístrojem TETRAX přišla možnost lépe diagnostikovat pacienty s whiplash poraněním, určit, zda je pacient stabilní či ne, a tím lépe vést směr terapie.

Možnosti terapie jsou v současné době dvě. Pasivní terapie je založena na základě fyziologického hojení tkání a je zastoupena použitím krčního límce, který více či méně dopřeje krční páteři v klidu zahojit postižené oblasti. Aktivní terapie naopak vychází z předpokladu, že pokud je jedna tkáň (v tomto případě především vazy) poškozená, měla by co nejdříve začít pracovat za ni tkáň jiná, aby tělo bylo co nejmíň postižené imobilizací, během které všechny tkáně postupně ztrácejí schopnost plnit svoji úlohu.

Nejlepším možným řešením se z pohledu studií jeví kombinace obou těchto přístupů. V první fázi nošení imobilizačního krčního límce po dobu jednoho týdne a pak přejít k filosofii druhého přístupu a začít cvičit. Jeden způsob, podle kterého je možno cvičit, je ve studiích zmiňovaný McKenzie koncept.

SOUHRN

Tato práce předkládá problematiku whiplash poranění tak, aby z ní bylo možné i pro běžného čtenáře pochopit, co se děje při dopravních nehodách, během kterých nejčastěji toto poranění vzniká. Popisuje dva možné přístupy k léčbě tohoto poranění – aktivní a pasivní. Srovnává oba tyto přístupy a navrhuje nejlepší strategii léčby WAD.

SUMMARY

The paper presents issues of whiplash injury, so that it is possible for the common reader to understand what is happening in traffic accidents in which these injuries occur most frequently. The paper describes two possible approaches to treat this injury - active and passive, compares these two approaches and suggests the best treatment strategy of WAD.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BARSA, Pavel; SUCHOMEL, Petr. Krční ortézy. *Neurologie pro praxi*. 2005, 6, s. 315-317

BINDER, A. The diagnosis and treatment of nonspecific neck pain and whiplash. *Europa Medicophysica*. Mar 2007, 43, 1, s. 79-89

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. 2. upravené a přepracované vydání. Praha: GRADA Publishing, a.s., 2001. 516 s. ISBN 978-80-7169-970-5

DUNGL, Pavel. *Ortopedie*. Praha 7: GRADA Publishing, a.s., 2005. 1280 s

DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: GRADA Publishing, a.s., 2009. 544 s. ISBN 978-80-247-3240-4.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. 1. vydání. Praha: GRADA Publishing, a.s., 2009. 184 s. ISBN 978-80-247-1684-0.

DYLEVSKÝ, Ivan; JEŽEK, Petr. *Základy kineziologie* [online]. 2000 [cit. 2011-04-04]. Funkční anatomie a biomechanika vaziva. Dostupné z WWW: <<http://vitjezek.sweb.cz/1a1a1.htm>>

FLORIO, A.; CERUTI, R.; SGUAZZINI-VISCONTINI, G.; C. Cisari. The sequelae of cervical whiplash injury : Static posturography for evaluating disability and the efficacy of rehabilitation (mesotherapy versus physiotherapy). *Europa Medicophysica*. Dec 1999, 37, 4, s. 171-6

LEWITT, Karel. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Praha : Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J. E. Purkyně, 2003. 411 s. ISBN 80-86645-04-5

McKENZIE, Robin. *Léčíme si bolesti krční páteře sami.*: 2005. 53 s. ISBN 80-239-4862-8

Patobiomechanika a Patokinesiologie K O M P E N D I U M [online]. [cit. 2011-04-04]. Biomechanika. Dostupné z WWW: <<http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompendum/biomechanika/index.php>>.

POKORNÝ, Vladimír. a kolektiv. *Traumatologie*. 1. vydání. Praha: Triton, 2002, 307 s.

RYDEVIK, Björn; SZPALSKI, Marek; AEBI, Max; GÜNTZBURG, Robert. Whiplash injuries and associated disorders: new insights into an old problem. *European Spine Journal* [online]. Oct 2008, suppl.17, p. S359-416, [cit. 2011-03-13]. Dostupný z WWW:

<<http://search.proquest.com.ezproxy.is.cuni.cz/docview/230462980/fulltextPDF/12E14A8049E3D4CE7FB/1?accountid=35514>>

RYCHLÍKOVÁ, Eva. *Manuální medicína*. 4. rozšířené vydání. Praha 4: MAX-DORF, 2008. 499 s. ISBN 978-80-7345-169-1.

SEFERIADIS, Aris; ROSENFELD, Mark; GUNNARSSON, Ronny. A review of treatment interventions in whiplash-associated disorders. *European Spine Journal*. 2004, 13, s. 387–397

SOBOTTA, Johannes. *Sobottův atlas anatomie člověka*. překlad 22. vydání. Praha 7: GRADA Publishing, a.s., 2007. 830 s

STEIDL, Ladislav; HOUDEK, Michal; HRABÁLEK, Lumír. Poranění kostních a vazivových struktur. *Neurologie pro praxi*. 2001, 3, s. 133-137

STERNER, Ylva.; GERDLE, Björn. Acute and chronic whiplash disorders - a review. *Journal of rehabilitation medicine* [online]. 2004, 36, 5, [cit. 2011-04-04]. Dostupný z WWW:

<<http://jrm.medicaljournals.se/article/pdf/10.1080/16501970410030742>>

ŠTULÍK, Jan. Poranění střední krční páteře a torakálního přechodu. *Neurologie pro praxi*. 2005, 2, s. 78-81

VÉLE, František. *Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. rozšířené, přepracované vydání. Praha: TRITON, 2006, 375 s. ISBN 80-7254-837-9

VÉLE, František. *Kineziologie posturálního systému*. 1. vydání. Praha: Karolinum, 1995. 85 s. ISBN 80-7184-100-5

VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. 1. vydání. Praha: GRADA, 1997. 271 s. ISBN 80-7169-256-5

Whiplash injury [online]. 2009 [cit. 2011-04-09]. Dostupné z WWW: <www.whiplash.cz>.

ZEMANOVÁ, M.; VACEK, J.; BEZVODOVÁ, V. Whiplash poranění. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Prosinec 2003, 10, 4, s. 139-142

<http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendum/biomechanika/index.php>