

DOPRAVNÍ NEHODY CYKLISTŮ: SOUDNĚ LÉKAŘSKÁ REFLEXE PROBLÉMU

MUDr. František Štuller, prof. MUDr. František Novomeský, PhD.

Ústav soudního lékařství JLF UK a MFN, Martin

Autoři vykonali screening 61 případů smrtelných nehod cyklistů, usmrčených při střetu s osobními motorovými vozidly. Poukazují na možnosti a způsoby biomechanické modelace těla cyklisty na exteriéru osobního motorového vozidla při různých typech kolize, jakož i alternativy soudně lékařské interpretace.

Klíčová slova: dopravní nehody, cyklisté, biomechanika.

TRAFFIC ACCIDENTS OF BICYCLISTS: MEDICO-LEGAL REFLEXION OF A PROBLEM

The screening of 61 cases of fatal injuries of bicyclists in bicycle-car collision had been realised by the authors. The authors point out the possibilities and ways of biomechanical modelation of the cyclist's body on the external surfaces of the car in various types of collision, as well as the alternatives of medico-legal interpretation.

Key words: traffic accidents, bicyclists, biomechanics.

Úvod

Jízdní kolo jako jednostopý dopravní prostředek, poháněný bipedálním rotačním pohybem dolních končetin, má mnohé výhody, zejména ekonomické a ekologické. Za předpokladu správné techniky jízdy poskytuje uživateli i relativně vysoký stupeň bezpečnosti. Nelze se tedy divit, že používání jízdního kola je ve světě i v našich zemích velmi populární, s markantním nárůstem počtu cyklistů na všech druzích pozemních komunikací. V momentě ztráty kontroly nad jízdou, případně při kolizi cyklisty s jiným pevným nebo pohybujícím se předmětem se však okamžitě projeví negativní mechanické charakteristiky tohoto dopravního prostředku, zejména jeho vysoká boční nestabilita. Obvyklá je i minimální osobní ochrana jezdce na kole. Výsledkem nehodového děje jsou zranění cyklisty různého stupně závažnosti, někdy i zranění smrtelná. Praktický lékař je s dopravní nehodou cyklisty konfrontován obvykle v rámci pohotovostních služeb, kdy může být přivolán na místo nehody příslušníci policie nebo jinými občany. Jindy zase lékař může mít přímou účast na nehodě cyklisty jako řidič kontaktujícího motorového vozidla. Ukazuje se tedy, že znalost průběhu nehodového děje cyklisty může být pro lékařskou praxi výslovně zajímavá. Dopravní nehody tohoto typu – při známé nedisciplinovanosti cyklistů jako řádných účastníků silničního provozu a obvyklé benevolenci dopravní policie k nim – nepatří v silničním provozu zcela určitě mezi raritní. Zvláště tragického rozměru nabývají pak smrtelné nehody dětských cyklistů (5, 9).

Stále častější používání jízdního kola jako jednoduchého prostředku přepravy na krátké vzdálenosti ve městech i na venkově po roce 1990, související pravděpodobně i s kontinuálním nárůstem cen pohonných hmot pro osobní automobily, vedlo také k rostoucímu počtu dopravních nehod cyklistů, včetně nehod smrtelných. Nebylo a není možné přehlédnout ani stále agresivnější a bezohlednější chování řidičů motorových vozidel, vůči kterým je cyklista velmi zranitelným partnerem. Tento veskrze neradostný stav si vynutil preciznější analýzu problému nehodovosti cyklistů, zejména jejich smrtelných úrazů.

Soudně lékařská analýza smrtelných nehod cyklistů

Ústav soudního lékařství JLF UK a MFN v Martině vykonával monitoring smrtelných nehod cyklistů za desetiletí 1991–2000 s podrobným screeningovým vyhodnocením dat (n=106), přičemž monitoring těchto specifických dopravních nehod na uvedeném pracovišti dále pokračuje. Detailní forenzně-medicínská analýza nehodových dějů u cyklistů umožnila ustálení tří základních krizových situací během jízdy na kole s možným vyústěním do smrtelného zranění cyklisty:

1. pád cyklisty z jízdního kola na pevnou podložku při nezvládnutí techniky jízdy (nepřiměřená rychlost, smyk jízdního kola na podložce, požití alkoholu cyklistou, zachycení části oděvu cyklisty do hnacího mechanismu jízdního kola a pod.) – n=8
2. kolize cyklisty s pevnou překážkou – n=9
3. kolize cyklisty s pohybujícím se předmětem – n=86.

V příspěvku je blíže analyzován pouze třetí typ kolizního děje, který se i statisticky průkazně vyskytuje nejčastěji – kolize cyklisty s jiným pohybujícím se předmětem, kterým je v absolutní převaze osobní motorové vozidlo (61 smrtelných nehod).

Z aspektu vzájemného postavení cyklisty a pohybujícího se osobního motorového vozidla lze v momentě vzájemného střetu (impaktu dvou pohybujících se těles) schématicky stanovit tři základní polohy cyklisty vůči pohybujícímu se osobnímu motorovému vozidlu (11):

1. **poloha fronto-frontální** (čelo osobního motorového vozidla je nasměrováno k čelní ploše cyklisty, řidič i cyklista jsou v poloze tváří v tvář)
2. **poloha fronto-dorzální** (čelo osobního motorového vozidla naráží do stejnosměrně jedoucího cyklisty zezadu)
3. **poloha fronto-laterální** (čelo osobního motorového vozidla je nasměrováno k boční ploše těla cyklisty).

Poloha fronto-frontální

U fronto-frontálního typu kolize cyklisty s protisměrně přijíždějícím osobním motorovým vozidlem (dále OMV) dochází velmi často k těžkým zraněním cyklisty až cha-

Tabulka 1. Zranění cyklisty při fronto – frontální kolizi s OMV

fronto – frontální kolize	n	%
fraktury obličejových kostí	5	56 %
fraktury báze lebni	7	78 %
fraktury klenby lebni	7	78 %
fraktury krčních obratlů	2	22 %
fraktury hrudních obratlů	3	33 %
fraktury bederních obratlů	0	0 %
fraktury žeber	6	67 %
trhliny pohrudnice	0	0 %
fraktury klíční kosti	0	0 %
fraktury hrudní kosti	2	22 %
fraktury horních končetin	5	56 %
fraktury dolních končetin	8	89 %
z toho amputace	0	0 %
fraktury kostí pánevních	0	0 %
traumatické poškození mozku	8	89 %
traumatické poškození míchy	3	33 %
traumatické poškození plic	6	67 %
traumatické poškození srdce	3	33 %
traumatické poškození sleziny	3	33 %
traumatické poškození jater	3	33 %
poškození velkých cév	1	11 %
poškození močového měchýře	0	0 %
traumatické poškození ledvin	0	0 %
poškození bránice	0	0 %
poškození žaludku	0	0 %

rakteru polytraumatizmu (tabulka 1). V iniciální fázi kontaktu cyklisty s OMV (obvykle v zóně nárazníku či přední masky vozidla) dojde k momentové deceleraci pohybu jízdního kola a k jeho sunutí v opačném směru, to vše za mohutné akcelerace těla cyklisty s jeho dopředným pohybem proti exteriéru OMV. V momentě dopadu těla na kapotu resp. až čelní sklo OMV vznikají u postiženého velmi častá poranění břicha v mezo a epigastriu, u mužů jsou možná i těžká zranění skrota a testes při kolizi s pevnými součástmi řídicího kola. Po nalehnutí těla cyklisty v předozadní ose na exteriér OMV vznikají souběžně zranění dolních končetin od přední masky, případně od rozhraní masky a kapoty OMV. V další fázi nehodového děje se tělo cyklisty modeluje a dopředně sune po předním exteriéru OMV (přední kapota, čelní sklo), někdy i s částečnou rotací těla okolo podélné osy. V tomto momentu dochází ke vzniku kompresivních zlomenin žeber, obvykle také k pohmoždění vnitřních orgánů dutiny hrudní anebo břišní. Vedoucím bodem posunu těla cyklisty po exteriéru OMV je hlava, která obvykle kriticky koliduje s rozhraním kapoty a čelního skla, dále naráží prudce do čelního skla, přičemž se tělo cyklisty dále sune někdy až na střechu OMV. V této fázi modelace těla se rozlamují kosti skeletu tváře, klenby, případně i báze lebni, což je spolehlivě provázáno různě rozsáhlým kontuzním poškozením mozkové tkáně úměrné kinetické energii impaktu hlavy cyklisty o pevné součásti karoserie OMV. Švihovým mechanismem, resp. tahovou hyperextenzí krční nebo i hrudní páteře může dojít i k frakturám obratlů až k porušení integri-

Tabulka 2. Zranění cyklisty při fronto – dorzální kolizi s OMV

fronto – dorzální	n	%
fraktury obličejových kostí	0	0 %
fraktury báze lebni	15	71 %
fraktury klenby lebni	9	43 %
fraktury krčních obratlů	8	38 %
fraktury hrudních obratlů	0	0 %
fraktury bederních obratlů	0	0 %
fraktury žeber	10	48 %
trhliny pohrudnice	0	0 %
fraktury klíční kosti	0	0 %
fraktury hrudní kosti	0	0 %
fraktury horních končetin	0	0 %
fraktury dolních končetin	6	29 %
z toho amputace	0	0 %
fraktury kostí pánevních	1	5 %
traumatická léze mozku	21	100 %
traumatická léze míchy	8	38 %
traumatická léze plic	10	50 %
traumatická léze srdce	1	5 %
traumatická léze sleziny	6	29 %
traumatická léze jater	6	29 %
poškození velkých cév	0	0 %
poškození močového měchýře	0	0 %
traumatická léze ledvin	0	0 %
poškození bránice	0	0 %
poškození žaludku	0	0 %

ty míchy. Na horních končetinách mohou vzniknout méně charakteristické zlomeniny kostí anebo povrchové kožní oděrky různého rozsahu, ve tvářové oblasti je zcela obvyklý nálezh mnohočetných drobných řezných ran kůže od fragmentů čelního skla OMV. U postižených nižší tělesné výšky se tyto charakteristická drobná řezná poranění mohou nacházet i na kůži přední plochy hrudníku. Ve finální fázi nehodového děje dochází k přerušení kontaktu těla cyklisty s exteriérem OMV a jeho odmrštění mimo OMV v důsledku obvyklého brždění OMV. V momentě dopadu cyklisty na pevnou podložku vznikají různá sekundární zranění, vyžadující přísné soudně lékařské odlišení od zranění primárních, determinovaných přímým kontaktem těla cyklisty s exteriérem OMV.

Poloha fronto-dorzální

Je nejčastější variantou střetu cyklisty s OMV. Cyklista i OMV se před momentem kolize vektorově pohybují ve stejném směru. Přední partie exteriéru OMV (nárazník, přední maska) kontaktují zadní kolo jízdního kola. Kolize dochází k momentové změně pohybu cyklisty tak, že jeho tělo opět prudce akceleruje k exteriéru OMV, tentokrát však celou svou zadní plochou těla. Tělo cyklisty ve stavu mohutného zrychlení nalehne zády na přední kapotu, zde se na krátké dráze sune a naráží hlavou na rozhraní kapoty a čelního skla. Zadopřední momentovou kompresi hrudníku vznikají oboustranné sériové fraktury žeber, rozsáhlá subpleurální krvácení v zadních partiích hrudních, pohmoždění plic, různá poškození velkých parenchymo-

Tabulka 3. Zranění cyklisty při fronto – laterální kolizi s OMV

fronto – laterální kolize	n	%
fraktury obličejových kostí	1	4 %
fraktury báze lebni	16	64 %
fraktury klenby lebni	11	44 %
fraktury krčních obratlů	7	28 %
fraktury hrudních obratlů	4	16 %
fraktury bederních obratlů	2	8 %
fraktury žeber	15	60 %
trhliny pohrudnice	8	32 %
fraktury klíční kosti	4	16 %
fraktury hrudní kosti	2	8 %
fraktury horních končetin	7	28 %
fraktury dolních končetin	10	40 %
z toho amputace	3	12 %
fraktury kostí pánevních	7	28 %
traumatická léze mozku	21	84 %
traumatická léze míchy	5	20 %
traumatická léze plic	10	40 %
traumatická léze srdce	2	8 %
traumatická léze sleziny	3	12 %
traumatická léze jater	2	8 %
poškození velkých cév	4	16 %
poškození močového měchýře	2	8 %
traumatická léze ledvin	5	20 %
poškození bránice	2	8 %
poškození žaludku	1	4 %

vých orgánů hrudních i břišních za současného krvácení do retroperitoneálního prostoru. V důsledku posunu zadní plochy hlavy, resp. až krku po čelním skle vznikají na kůži těchto anatomických partií zcela charakteristické oděrky, případně plytké řezné ranky od fragmentů čelního skla OMV, mezi kterými se mohou zachytit i vklíněné chumáče vlasů. Důležitým momentem zraňujícího děje je nalehnutí zadní plochy hlavy a její prudký náraz do čelního skla, někdy až do rozhraní čelního skla a střešy OMV. Zde vznikají fraktury klenby i báze lebni s poškozením mozkové tkáně. Švihovým anteflexním pohybem hlavy a krku vzniká typické roztržení vazivového spojení hlavy a krční páteře, někdy i charakteru zlomenin obratlů a roztržení míchy (tabulka 2). Závěrečná fáze nehodového děje spočívá opět v odmrštění těla postiženého na podložku mimo OMV. I zde je obvyklý vznik různých sekundárních zranění.

Poloha fronto-laterální

Tato kolizní poloha cyklisty a OMV je – při nevelkých možnostech biomechanické modelace lidského těla jako článkového systému v bočním směru – jednoznačně nejzávažnější, vedoucí obvykle k velmi těžkým, zejména vnitřním zraněním s malou možností přežití (tabulka 3). K primárnímu kontaktu boční plochy těla cyklisty s OMV dochází obvykle v oblasti předkolení té strany, kterou je cyklista natočen k pohybujícímu se OMV. Zcela obvykle zde vznikají krevní podlitiny, oděrky, zlomeniny kostí či různá otevřená zranění až do stupně traumatické amputace předkolení při vysoké energii impaktu. Těžiště cyklisty se

Tabulka 4. Ovlivnění požitím alkoholu (EA – etylalkohol) u usmrčených cyklistů

koncentrace EA	n	%
0,00–0,30 g.kg ⁻¹	42	39,6 %
0,31–0,80 g.kg ⁻¹	3	2,8 %
0,81–1,00 g.kg ⁻¹	3	2,8 %
1,01–1,50 g.kg ⁻¹	9	8,5 %
1,51–2,00 g.kg ⁻¹	11	10,4 %
2,01–3,00 g.kg ⁻¹	20	18,9 %
3,01– a více g.kg ⁻¹	4	3,8 %
Nezjištěno	14	13,2 %

Tabulka 5. Smrtelné nehody cyklistů v průběhu dne

rozdělení dne	n	%
0–6 hod.	9	8,5 %
6–12 hod.	23	21,7 %
12–18 hod.	29	27,4 %
18–24 hod.	43	40,6 %
čas nezjištěn	2	1,9 %

dícího na jízdním kole před kontaktem s OMV je uloženo obvykle nad horizontem rozhraní přední masky a kapoty OMV. V momentě kolize dochází tedy k podražení jízdního kola z boku, opět s mohutnou akcelerací a protisměrným pohybem cyklisty vůči OMV, tentokrát však boční plochou těla. Tělo cyklisty se modeluje na přední kapotě, čelním skle, resp. až rozhraní čelního skla a střešy OMV. V průběhu sunutí těla postiženého po exteriéru OMV je taktéž možná částečná rotace ve směru dlouhé osy těla. Nalehnutí těla cyklisty boční plochou na pevné součásti exteriéru OMV vede ke vzniku unilaterálních fraktur klíční kosti, zlomenin žeber na kontaktní ploše, případně až ke zhmoždění plic. V dynamice posunu těla je opět vedoucím bodem hlava, která kontaktuje s kapotou, čelním sklem, případně až rozhraním čelního skla a střešy OMV. Zde vznikají zlomeniny tvářových kostí, klenby i báze lebni, jakož i různá kontuzní poranění mozku. Důležitým momentem v zraňujícím ději je obvyklá sumace bočních švihových protipohybů hlavy a krku, zde opět s možností vzniku fraktur obratlů i přímého poškození míchy. U postižených nižšího věku může být stejným mechanismem poškozena i hrudní páteř. Roztržení symfýzy, unilaterální rozlomení acetabula s impresí hlavičky femuru či různě rozsáhlé další fraktury pánevních kostí jsou následkem bočního kontaktu pánve s pevnými součástmi exteriéru OMV. Přenosem energie a kompresivních sil do intraabdominálních prostor vznikají souběžně obvykle velmi vážná, ne-li smrtelná poranění velkých parenchymových orgánů břišních. V závěrečné fázi nehodového děje je tělo postiženého cyklisty následkem brzdění OMV vrženo na podložku, kde vznikají různá sekundární zranění.

Závěr

Jak vyplynulo z poznatků a závěrů soudně lékařské analýzy jednotlivých typů nehodového děje při kolizi cyklisty s osobním motorovým vozidlem, z morfologie a charakteru zranění cyklisty lze s vysokou mírou pravděpodob-

nosti retrospektivně hodnotit, objektivně posoudit a verifikovat vznik a průběh samotného nehodového děje, včetně biomechanické modelace těla cyklisty na exteriéru inkriminovaného OMV (10, 11). Precizní soudně lékařské ohledání a pitva těla usmrčeného cyklisty tak s vysokou mírou spolehlivosti dokáže poskytnout relevantní odpovědi na otázky orgánů činných v trestním řízení zejména v případech, kdy řidič OMV z místa nehody ujede (8, 11).

Druhým velmi závažným zjištěním bylo časté alkoholické ovlivnění usmrčených cyklistů v čase dopravní nehody, kdy koncentrace požitého alkoholu v krvi byla často až velmi vysoká (tabulka 4). Detekce alkoholického ovlivnění usmrčených cyklistů v našem souboru jsou v dobrém souladu i s jinými pracemi, potvrzujícím častou spoluúčast alkoholu v dopravních nehodách cyklistů při celkem bezproblémovém anebo jen velmi zřídka sankcionovaném požívání alkoholických nápojů cyklisty (6, 7). Realita možného alkoholického ovlivnění cyklisty by měla být mementem pro jiné účastníky silničního provozu zejména v místech zvýšené koncentrace cyklistů na komunikacích. Policejní orgány obou států se také spíše zaměřují na kontrolu eventuálního alkoholického ovlivnění u řidičů za volantem, než za

řídítky jízdního kola. Ze stejného aspektu je zajímavá i časová distribuce nehod cyklistů v průběhu dne, kdy vysoké procento smrtelných nehod cyklistů ve večerních hodinách nezdá se souviset s návratem postižených z různých pohostinských zařízení (tabulka 5).

Třetím zjištěním, plně v souladu se zahraničními pracemi, bylo konstatování vysokého procenta kraniocerebrálních zranění cyklistů (1, 2, 3, 4, 10), obvykle při absenci jakékoliv mechanické ochrany hlavy. Povinné užívání cyklistické přilby nemá doposud legislativní oporu v zákonech ČR ani SR, byť její významné protektivní vlastnosti byly již jednoznačně prokázány (2, 5, 12).

Násilná smrt jakéhokoliv účastníka silničního provozu má vždy své významné celospolečensky negativní následky trestně právní i ekonomické, nehledě na následky morální či etické. Prohloubením znalostí o dopravní nehodovosti cyklistů a jejich uvedením na úroveň veřejnou se snad podaří zvýšit zájem veřejnosti i legislativních orgánů o tento druh „laciné“, resp. „málo zajímavé“ přepravy osob. Náležitou společenskou reflexí problému by tak mohlo dojít k žádoucímu poklesu výskytu těchto dopravních nehod včetně jejich tragických následků.

Literatura

1. Aultman-Hall L, Hall FL. Ottawa-Carleton commuter cyclists on- and off-road incident rates. *Accid Anal Prev* 1998; 1: 29–43.
2. Bjornstig U, Ostrom M, Eriksson A, Sonntag-Ostrom E. Head and face injuries in bicyclists with special reference to possible effects of helmet use. *J Trauma* 1992; 6: 887–893.
3. Bostrom L, Nilsson B. A review of serious injuries and deaths from bicycle accidents in Sweden from 1987 to 1994. *J Trauma* 2001; 5: 900–907.
4. Gilbert K, McCarthy N. Deaths of cyclists in London 1985–1992: the hazards of road traffic. *Brit Med J* 1994; 11: 1534–1537.
5. Hatzandreu EJ, Sacks JJ, Brown R, Taylor WR, Rosembers ML, Graham JD. The cost of effectiveness of three programs to increase of bicycle helmets among children. *Public Health Re* 1995; 3: 251–259.
6. Li G, Barker SP. Alcohol in fatally injured bicyclists. *Accid Anal Prev* 1994; 4: 534–548.
7. Li G, Baker SP, Smialek JE, Soderstrom CA. Use of alcohol as a risk factor for bicycling injury. *JAMA* 2001; 7: 893–896.
8. Lutz FU, Kreidel H. Fatal bicycle accidents – causes and legal responsibility. *Z Rechtsmed* 1988; 1: 1–8.
9. Puranik S, Long J, Coffman S. Profile of pediatric bicycle injuries. *South Med J* 1998; 11: 1033–1037.
10. Rasanen M, Summala H. Attention and expectation problems in bicycle-car collision: in depth study. *Accid Anal Prev* 1998; 5: 657–666.
11. Štuller F, Novomeský F. Smrtelné úrazy bicyklistov. *Čs patol soud lek*: 1999; 44: 2–9.
12. Thompson DC, Patterson MQ. Cycle helmets and the prevention of injuries. Recommendations for competitive sport. *Sports Med* 1998; 4: 213–219.