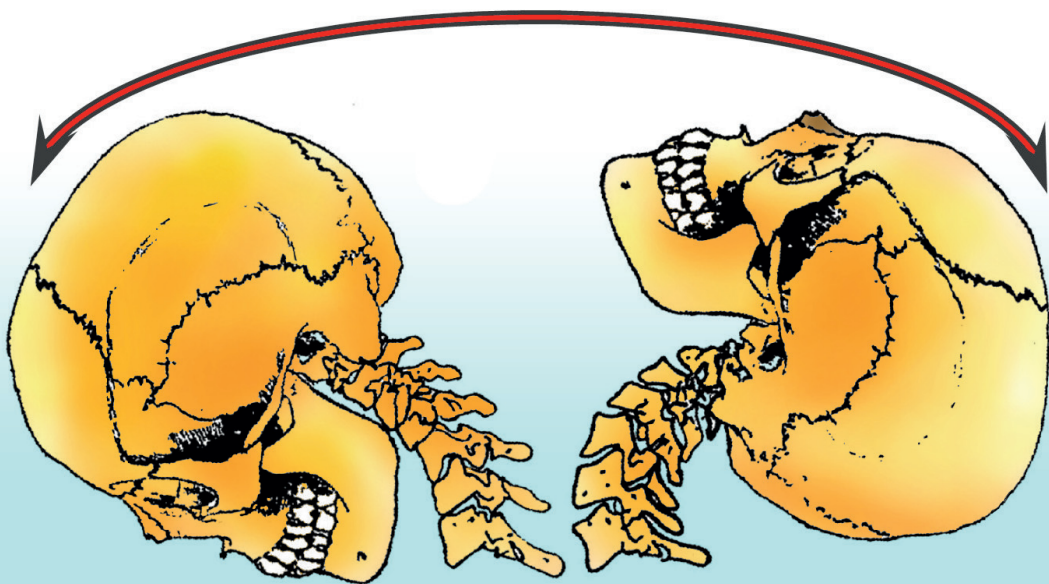


Miroslav Hirt a kolektiv

---

# Dopravní nehody v soudním lékařství a soudním inženýrství

---





Miroslav Hirt a kolektiv

---

# **Dopravní nehody v soudním lékařství a soudním inženýrství**

---

GRADA Publishing

**Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy**

*Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být re-produkována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.*

**Miroslav Hirt a kolektiv**

**DOPRAVNÍ NEHODY**

**v soudním lékařství a soudním inženýrství**

**Hlavní autor:**

Prof. MUDr. Miroslav Hirt, CSc. – Ústav soudního lékařství Lékařské fakulty Masarykovy univerzity a Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

**Spoluautoři:**

Mgr. Andrea Brzobohatá, Ph.D., MUDr. Miroslav Ďatko, Ph.D., MUDr. Jan Krajsa, Ph.D., MUDr. Tomáš Vojtišek, Ph.D., MUDr. Michal Zelený, Ph.D. – Ústav soudního lékařství Lékařské fakulty Masarykovy univerzity a Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

Ing. Tomáš Coufal, doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D. – Ústav soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně

Plk. MUDr. Miloš Sokol, Ph.D. – Vojenský ústav soudního lékařství Ústřední vojenské nemocnice Praha

Pplk. Mgr. Kateřina Hirtová – Policejní prezidium ČR

**Recenzenti:**

Doc. MUDr. František Vorel, CSc.

Prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

---

**TIRÁŽ TIŠTĚNÉ PUBLIKACE:**

© Grada Publishing, a.s., 2012

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2012

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 4951. publikaci

Odpovědní redaktoři Mgr. Jan Lomíček, Mgr. Zuzana Lomíčková

Ilustrovali Jiří Tauš, Miroslav Hirt

Sazba a zlom Šarlota Pokorná

Počet stran 160

Vydání první, Praha 2012

**Práce byla podpořena grantovým projektem MZ ČR č. NS10411-3.**

Výtiskla tiskárna FINIDR s.r.o., Český Těšín

*Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.*

*Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplývají žádné právní důsledky.*

**ISBN 978-80-247-4308-0**

---

**ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:**

**ISBN 978-80-247-8286-7 (pro formát PDF)**

**ISBN 978-80-247-8287-4 (pro formát EPUB)**

# Obsah

<b>1 Úvod a vymezení pojmů</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Dopravní úrazy chodců</b> .....	<b>10</b>
2.1 Střet chodce s osobním automobilem .....	10
2.1.1 Vlastní náraz do chodce – první fáze .....	10
2.1.2 Pohyb vzpřímeného chodce po nárazu vozidlem – druhá fáze .....	17
2.1.3 Přejetí chodce osobním vozidlem – třetí fáze .....	19
2.2 Střet chodce s nákladním automobilem a autobusem .....	21
2.2.1 Vzpřímený chodec .....	22
2.2.2 Sedící nebo ležící chodec .....	24
2.3 Střet chodce s jednostopým vozidlem .....	25
2.4 Střet chodce s kolejovým vozidlem .....	26
2.5 Zranění chodců, kteří nejsou kontaktními účastníky dopravní nehody .....	27
<b>3 Poranění osádky v kabině osobního automobilu</b> .....	<b>28</b>
3.1 Poranění řidiče .....	29
3.1.1 Frontální střet .....	29
3.1.2 Laterální střet .....	33
3.1.3 Dorzální střet .....	34
3.2 Poranění spolujezdce na předním sedadle vedle řidiče .....	35
3.3 Poranění spolujezdců na zadním sedadle .....	36
3.4 Poranění v dětských autosedačkách .....	37
3.5 Poranění bezpečnostními pásy .....	38
3.6 Poranění airbagy .....	39
3.7 Porovnání zpomalení působící na připoutaného a nepřipoutaného pasažéra při čelním nárazu vozidla .....	40
3.8 Vliv modernizace vozidla na ochranu posádky při dopravní nehodě .....	41
3.9 Převrácení vozidla .....	43
3.10 Další způsoby poranění osádky vozidla .....	44
3.10.1 Poranění osádky mimo kabinu vozidla .....	44
3.10.2 Poranění osádky předmětem zvenku .....	44
3.10.3 Požár vozidla .....	45
3.10.4 Pád vozidla do vody .....	45

<b>4</b>	<b>Zranění řidičů a spolujezdců jednostopých vozidel . . . . .</b>	<b>47</b>
4.1	Střet jednostopého vozidla s chodcem . . . . .	49
4.2	Vzájemný střet jednostopých vozidel . . . . .	50
4.3	Střet jednostopého vozidla s osobním automobilem . . .	51
4.3.1	Střet fronto-frontální . . . . .	51
4.3.2	Střet latero-frontální . . . . .	52
4.3.3	Střet latero-laterální . . . . .	53
4.3.4	Střet fronto-dorzální . . . . .	54
4.3.5	Střet fronto-laterální . . . . .	55
4.3.6	Přejetí cyklisty a motocyklisty osobním automobilem . . . . .	55
4.4	Střet jednostopého vozidla s nákladním automobilem a autobusem . . . . .	55
4.5	Střet jednostopého vozidla s kolejovým vozidlem . . . . .	57
4.6	Smyk, zablokování kola a náraz do pevné překážky . . . . .	57
4.7	Poranění spolujezdce . . . . .	59
<b>5</b>	<b>Poranění osob uvnitř nákladního automobilu a autobusu . . 62</b>	
5.1	Poranění osádky kabiny nákladního automobilu . . . . .	62
5.2	Poranění cestujících v autobusu a trolejbusu . . . . .	63
5.3	Poranění osádky traktoru . . . . .	64
<b>6</b>	<b>Zranění způsobená v souvislosti s kolejovými vozidly . . . . . 65</b>	
6.1	Poranění osob mimo kolejové vozidlo . . . . .	65
6.2	Poranění osob uvnitř kolejových vozidel . . . . .	66
6.2.1	Řidiči (strojvedoucí) kolejových vozidel . . . . .	66
6.2.2	Cestující v kolejových vozidlech . . . . .	67
<b>7</b>	<b>Letecké nehody . . . . . 69</b>	
7.1	Nehody vojenských letadel a vrtulníků . . . . .	69
7.1.1	Nehody proudových letadel . . . . .	70
7.1.2	Nehody vrtulníků . . . . .	72
7.1.3	Vojenská dopravní letadla . . . . .	72
7.1.4	Hromadné letecké nehody. . . . .	73
7.2	Nehody civilních letadel . . . . .	73
7.2.1	Nehody dopravních letadel . . . . .	73
7.2.2	Nehody malých letadel a SLZ (sportovních létajících zařízení) . . . . .	75
7.3	Pozemní nehody . . . . .	78

7.4	Nehody v parašutizmu a paraglidingu .....	78
7.5	Dodatek .....	79
<b>8</b>	<b>Zranění jezdců na zvířatech .....</b>	<b>82</b>
8.1	Úrazy ošetřovatele .....	82
8.1.1	Rány kousnutím .....	82
8.1.2	Zranění kopnutím .....	83
8.1.3	Zranění šlápnutím .....	83
8.1.4	Přimáčknutí koněm .....	83
8.2	Úrazy jezdce .....	84
8.2.1	Pád .....	84
8.2.2	Zalehnutí koněm .....	86
8.2.3	Ostatní úrazy .....	87
8.2.4	Střet jezdce s ostatními dopravními prostředky ...	88
<b>9</b>	<b>Hromadné nehody v dopravě .....</b>	<b>89</b>
<b>10</b>	<b>Alkohol, léčiva a jiné návykové a toxikologicky významné látky v dopravě .....</b>	<b>91</b>
10.1	Alkohol (etanol) .....	92
10.1.1	Zjišťování alkoholu v organismu .....	93
10.1.2	Koncentrace (hladina) alkoholu v krvi .....	95
10.1.3	Posuzování koncentrace alkoholu v krvi .....	96
10.1.4	Charakteristiky příčin dopravních nehod pod vlivem alkoholu .....	99
10.1.5	Statistika dopravních nehod pod vlivem alkoholu .....	99
10.2	Léčiva a drogy .....	100
10.2.1	Nejčastější návykové látky zjišťované u účastníků silniční dopravy .....	101
10.2.2	Drogy .....	101
10.2.3	Všeobecně otravné látky .....	107
10.2.4	Léky .....	108
<b>11</b>	<b>Činnost znalce na místě dopravní nehody .....</b>	<b>114</b>
<b>12</b>	<b>Soudně lékařské laboratorní metody a vyšetření u dopravních nehod .....</b>	<b>116</b>
12.1	Biologické stopy .....	116

12.1.1	Výskyt biologických stop . . . . .	116
12.1.2	Zajištění a vyšetření biologických stop . . . . .	117
<b>13</b>	<b>Atypická úmrtí v dopravě a zajímavé případy z praxe . . . . .</b>	<b>119</b>
<b>14</b>	<b>Trestněprávní aspekty dopravních nehod a jejich znalecké posuzování . . . . .</b>	<b>131</b>
14.1	Subjekt trestného činu, zavinění, kauzální nexus . . . . .	131
14.2	Znalci . . . . .	133
14.3	Časté trestné činy spáchané v souvislosti s dopravní nehodou . . . . .	136
14.3.1	Usmrcení z nedbalosti (§ 143 tr. zák.) . . . . .	136
14.3.2	Těžké ublížení na zdraví z nedbalosti (§ 147 tr. zák.) . . . . .	137
14.3.3	Ublížení na zdraví z nedbalosti (§ 158 tr. zák.) . . . . .	138
14.3.4	Neposkytnutí pomoci (§ 150 tr. zák.), neposkytnutí pomoci řidičem dopravního prostředku (§ 151 tr. zák.) . . . . .	139
14.3.5	Ohrožení pod vlivem návykové látky (§ 274 tr. zák.) . . . . .	140
<b>15</b>	<b>Výkladový slovníček odborných výrazů . . . . .</b>	<b>143</b>
	<b>Rejstřík . . . . .</b>	<b>147</b>
	<b>Souhrn . . . . .</b>	<b>149</b>
	<b>Summary . . . . .</b>	<b>151</b>



# 1 Úvod a vymezení pojmů

*Miroslav Hirt*

**Dopravní nehoda** je událost v provozu na pozemních komunikacích, například havárie nebo srážka, která se stala nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu (§ 47 odst. 1 zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změně některých zákonů – zákon o silničním provozu).

**Dopravní úrazy** jsou všechna traumata, která mají nějakou souvislost s dopravními prostředky v pohybu. Setkáváme se zde se širokou škálou nejrůznějších zranění. V soudně lékařské praxi jsou tyto úrazy již tradičně jedny z nejčastějších, od zcela banálních až po smrtelné. Podle logiky postupu hodnocení poranění jsou dopravní úrazy rozděleny podle zraněných osob. Rozdělujeme je podle toho, kdo byl zraněn, tedy kde se zraněná osoba v okamžiku nehody nacházela, a kterým typem dopravního prostředku došlo ke zranění.

Monografie je určena pro studenty lékařských fakult, pro postgraduální vzdělávání lékařů připravujících se k atestaci ze soudního lékařství, pro další vzdělávání policistů, státních zástupců a soudců zabývajících se dopravními nehodami a jako doplňující studijní materiál pro soudní inženýry specializující se na obor silniční doprava. Jednotlivé kapitoly obsahují nejčastější i vzácnější druhy poranění při jednotlivých typech dopravních nehod.

Součástí publikace je rovněž výkladový slovníček odborných, především medicínských pojmů.

## 2 Dopravní úrazy chodců

*Miroslav Hirt, Miroslav Ďatko, Aleš Vémola, Michal Zelený*

Chodci obecně patří k nejrizikovější skupině účastníků dopravy, neboť nejsou nijak chráněni proti nárazům jedoucích dopravních prostředků. Nejohroženější jsou osoby nad 70 let (Vojtíšek, 2009). Vznik zranění chodce můžeme rozdělit na několik fází.

- **Fáze 1:** v první fázi se jedná o mechanismus aktivní (přímý), kdy vozidlo přímo naráží do chodce.
- **Fáze 2:** v druhé fázi se jedná o mechanismus pasivní (nepřímý), kdy je chodec s větším či menším zraněním odhozen a další zranění si způsobí pádem na zem, sunutím po povrchu vozovky, event. nárazem na pevnou překážku (strom, sloup, budova, zábradlí apod.).
- **Fáze 3:** můžeme rozeznávat i fázi třetí (aktivní), ve které je odhozený ležící chodec přejet, a to dokonce v některých případech i několika vozidly. Z jistého, hlavně technického úhlu pohledu, je možné tuto fázi považovat za první fázi další dopravní nehody, ale pro hodnocení soudně lékařské je důležité, že se stále jedná o stejného zraněného.

Zranění chodce (lokalizace, rozsah a charakter) závisí hlavně na typu vozidla (zejména jeho přídi) a jeho kinetické energii, tzn. hmotnosti a rychlosti, jakou se pohybuje.

Dále je třeba rozeznávat, jak rychle a kterým směrem se chodec pohybuje (běžící, jdoucí, stojící) nebo v jaké poloze se chodec v době střetu nachází, a to obecně (vzpřímený, sedící či ležící) a ve vztahu k vozidlu.

### 2.1 Střet chodce s osobním automobilem

#### 2.1.1 Vlastní náraz do chodce – první fáze

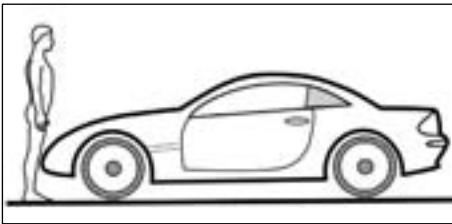
Rozeznáváme, v jakém vzájemném postavení se automobil a chodec nacházejí, a svým způsobem i o jaký typ automobilu se jedná.

##### Vzpřímený chodec

**Postavení fronto-frontální** (čelně-čelní) znamená, že automobil naráží svou čelní stranou do chodce v postavení frontálním, tedy je čelem k přídi příjíždějícího automobilu (obrázek 1). Při velmi malých rychlostech člověk zůstane stát, čímž není řečeno, že nemůže mít i poměr-

ně závažné zranění dolních končetin. Záleží na momentálním zatížení končetiny.

**Kazuistika:** Při projíždění prostorem benzinového čerpadla došlo ke zranění chodce, který z boku pravou dolní končetinou nakročil do cesty zastavujícímu osobnímu automobilu. Těsně před střetem se otočil k automobilu čelem. Po velmi slabém kontaktu zůstal stát na obou končetinách a nepocítoval žádnou výraznější bolest. Tenká, fisurovitá příčná fraktura v horní třetině tibie byla objevena až na rtg, kam byl odvezen v podstatě pouze „pro jistotu“. Vzhledem k délce léčení a podstatnému omezení v obvyklém způsobu života bylo zranění, původně vypadající jako banální, soudem klasifikováno jako těžká újma na zdraví.



**Obr. 1** Fronto-frontální střet chodce s osobním automobilem

Většinou ale v těchto situacích (při střetu malou rychlostí ve fronto-frontálním postavení) nacházíme pouze lehčí poranění dolních končetin v místě nárazu, typu oděrek nebo hematomů, a to na přední ploše bérce. Chodec může na přijíždějící vozidlo zareagovat (zejména, pokud se toto vozidlo nepohybuje větší rychlostí) předpažením jedné nebo i obou horních končetin proti přední kapotě, na kterou tak naráží dlaně. Prudkým nárazem na dlaně extendovaných končetin může dojít ke všem poraněním plynoucím z tohoto mechanismu, zejména vnikají typické zlomeniny zápěstí a předloktí (Collesova zlomenina). Sice méně často, ale přesto dochází na horních končetinách k poranění v oblasti lokte. K poranění v oblasti ramene při fronto-frontálním střetu dochází velmi vzácně.

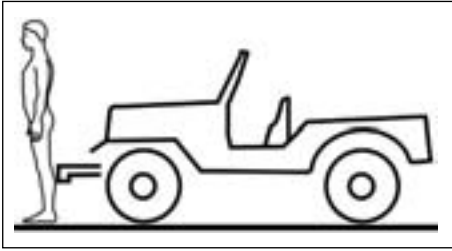
**Kazuistika:** Je známa celkem raritní situace, kdy se těsně před čelně-čelním střetem chodec reflexně opřel rukama o kapotu pomalu přijíždějícího auta, otočil se, dosedl na kapotu hýžděmi a byl zcela nezraněn vezen několik metrů, než auto zastavilo.

Při vyšších rychlostech se nemohou dolní končetiny ohnout v kolenním kloubu, ale trup se prudce sklání kupředu, na kapotu. Proto v závislosti na zatížení dané končetiny dochází ke zlomeninám, často tříštivým a oboustranným, diafýzy holenních kostí předním nárazníkem, ke zranění stehen, a to včetně zlomenin stehenních kostí nárazem přechodu čela a kapoty vozidla, dále ke zranění trupu nárazem na přední kapotu. Nacházíme poranění nitrobřišních orgánů (zejména jater), zlomeniny hrudní kosti, žeberních chrupavek a předních až bočních částí žeber. Následkem může být silné krvácení do dutiny hrudní z poraněných mezižebních tepen. Při nárazu větší intenzity mohou vzniknout trhliny plicního povrchu i vnitřní trhliny plic s následným krvácením do dutiny hrudní, resp. dušení aspirovanou krví. Přímé poranění srdce a aorty je poměrně vzácné, ale jejich stlačení náhlým zvýšením nitrohruďního i nitrobřišního tlaku může vést až k drobným paravazálním hemoragiím, které jsou dobře pozorovatelné např. v mozku.

Nárazem hlavy na čelní sklo dochází k poranění měkkých tkání obličeje (tržné a řezné ranky), zlomeninám obličejových kostí, zlomeninám čelní kosti a přední jámy lební, i k nitrolebním poraněním, především v oblasti čelních laloků mozku. Při současném prudkém zaklonění hlavy vznikají extenční zlomeniny krčních obratlů (častěji horních) a souběžně s tím i poškození míchy. Na předním skle potom zůstává typické „pavučinové“ popraskání skla po nárazu hlavy chodce. Při vyšších rychlostech může po nárazu hlavy dojít až k úplnému přerušení lebečně páteřního spojení, zejména u případů, kdy jsou zachyceny dolní části dolních končetin pod přední nárazník vozidla či jeho spoiler. Následuje pád těla chodce na kapotu vozidla, brada je nárazem tlačena vzhůru a dozadu, a tím dochází k enormnímu pnutí v oblasti horní krční páteře.

Někdy můžeme nejenom na skle, ale i na ploše kapoty nacházet imprese charakteristické pro jednotlivé části těla, naopak na těle chodce, popřípadě na jeho oděvu mohou být známky kontaktu s vozidlem.

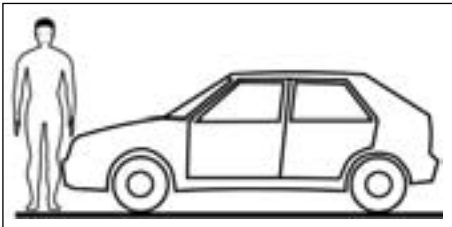
**Postavení fronto-dorzální** (čelně-zádové) znamená, že automobil naráží svou příď do chodce, který je v postavení zády k přijíždějícímu automobilu (obrázek 2). Nejdříve dojde k nárazu do dolních končetin, které se ohýbají jak v kolenou, tak v kyčlích. Tím se zrychlení dolních končetin nárazem rozloží do delší dráhy a poranění kostí dolních končetin je obvykle menší. Podle charakteristiky kontaktní části příde automobilu nacházíme na dorzální ploše dolních končetin



**Obr. 2** *Fronto-dorzální střet chodce s osobním automobilem*

oděrky, hematomy až tržně zhmožděné rány v odpovídající výšce. Zlomeniny kostí bérců se vyskytují vzácně, častěji dochází k poranění předních zkřížených vazů. Sekundárně přenesením síly i přímým nárazem zády na kapotu může vzniknout rozlomení křížokýčelních spojů, bederní páteře a dolní hrudní páteře. V tríslech mohou být drobné proužkovité praskliny kůže, způsobené prudkým pnutím. V oblasti zad a hýždí mohou být i rány tržně zhmožděné. Přímým nárazem týlem na kapotu event. čelní sklo nacházíme poranění v záhlaví, rozsahem a závažností odpovídající rychlosti automobilu v okamžiku střetu. I bez porušení kožního krytu bývá často nalezeno krvácení pod mozkové obaly a do mozkových komor, zhmoždění týlních a čelních laloků mozkových (ve frontálních par contre-coup). Na spodině lební nacházíme pukliny jdoucí zpravidla od týlní kosti dopředu. Na krční páteři mohou být zlomeniny dolních krčních obratlů flekčním mechanismem.

**Postavení fronto-laterální** (čelně-boční) znamená, že automobil naráží svou přídílí do chodce v postavení bokem k přijíždějícímu automobilu (obrázek 3).



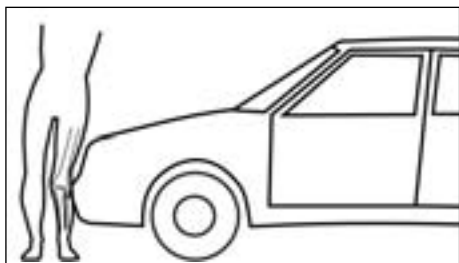
**Obr. 3** *Fronto-laterální střet chodce s osobním automobilem*

se nemohou dolní končetiny ohýbat v koleni, rovněž pohyb v kyčlích a v bedrech je velmi omezený. Tělo proto začíná rotovat kolem předozadní osy procházející dolní částí trupu.

Vzhledem k tomu, že nejčastěji dochází k nárazu do chodce přecházejícího vozovku nebo do chodce, který se snaží po zjištění nebezpečí na poslední chvíli uniknout před hrozcím střetem, je fronto-laterální střet nejčastější (Vojtíšek, 2009). Při tomto bočním nárazu



**Obr. 4** Typická zlomenina diafýzy pravé holenní kosti s klínovitým meziúlomkem

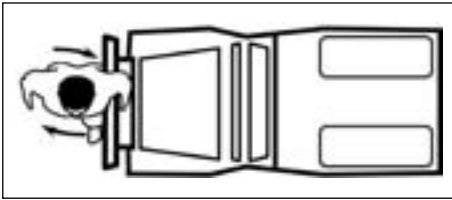


**Obr. 5** Mechanismus vzniku blatníkové zlomeniny; náraz vede k extrémnímu valgóznímu postavení v koleně a dochází k odlomení zevního kondylu se zlomením hlavičky fibuly

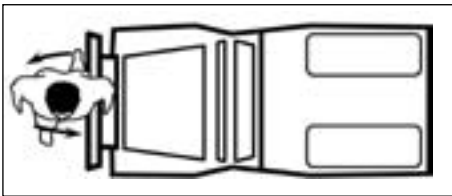
Fronto-laterální střet osobního automobilu s chodcem je charakteristický zejména postižením hlavy, hrudníku, ramene i zevní strany horní a zejména dolní končetiny přivracené k vozidlu, resp. vnitřní strany dolní končetiny od vozidla vzdálenější (kolenní kloub, horní část bérce), a to v závislosti na fázi chůze, zatížení končetiny a lokalizaci chodce vůči vozidlu v momentě střetu. Typickým zraněním je zlomenina diafýz kostí bérce ve střední třetině přímým působením nárazníku vozidla s vylomením klínovitého meziúlomkem (obrázek 4). I když zlomenina kostí bérce bývá lokalizována podstatně častěji na straně přivracené k vozidlu, nemůže se tato skutečnost stát jediným vodítkem při stanovení směru nárazu. K poškození kolenního kloubu a přilehlé oblasti dochází následkem enormního pnutí tkání prolomením ve směru jízdy vozidla. Podle toho, zda síla působí na vnější stranu končetiny nacházející se blíže k vozidlu nebo na vnitřní stranu končetiny od

vozidla vzdálenější, dochází k poškození vnitřního nebo zevního postranního kolenního vazy, k odlomení zevního nebo vnitřního kon-

dylu kosti holenní, ke vzniku zlomenin v oblasti hlavičky kosti lýtkové, k poškození menisků a vzácněji i ke zlomeninám *eminentia intercondylica*. Přestože nejčastěji toto zranění způsobuje nárazník osobního automobilu, označuje se někdy jako tzv. blatníková zlomenina (obrázek 5), což je poněkud zavádějící označení. Nárazem přední hrany kapoty dochází k poranění stehna (od podkožních krevních výronů po zlomeniny nejčastěji diafýzy femuru) častěji na straně přivrácené k vozidlu. Zlomeniny kosti stýdké po kontaktu s hranou kapoty nebo vlastní kapotou, což závisí na výškové korespondenci vozidla a chodce, bývají na straně přivrácené i odvrácené. Reflexním natažením přiléhající horní končetiny proti přijíždějícímu automobilu dochází k nárazu na kapotu častěji dlaní, méně často pak loktem. Pádem trupu na vozidlo dochází k poranění přiléhajícího ramene, ke zlomeninám žeber, zhmoždění a trhlinám plic (často od zlomených žeber), k poranění jater nebo sleziny (podle nárazu na levou nebo pravou stranu těla chodce) apod. Nárazem hlavy na kapotu nebo až přední sklo může dojít ke vzniku tržných ran, pokud je zde vystupující stěrač, nebo drobných řezných ranek, které způsobí i netříštivé, lepené sklo. Chodec v extrémním případě může proniknout hlavou až do kabiny vozidla. U vozů starší konstrukce, na kterých jsou ještě výstupky ostříkovačů čelního skla,



**Obr. 6** Rotace těla po nárazu do *předkročené* dolní končetiny



**Obr. 7** Rotace těla po nárazu do *zakročené* dolní končetiny

můžeme na lebce nacházet i prolomení kruhového tvaru připomínající svým vzhledem až střelnou ránu. Nejčastější smrtelné zranění chodců je zhmoždění mozku. Zlomeniny klenby a spodiny lební a kontuze mozku vznikají podstatně častěji nárazem na část automobilu, jako je čelní sklo a přední, tzv. A sloupky, než na vozovku po odhození těla.

Při posuzování fronto-laterálního typu střetu, zejména při stanovení směru nárazu, je nutné brát v úvahu i to, že při nárazu



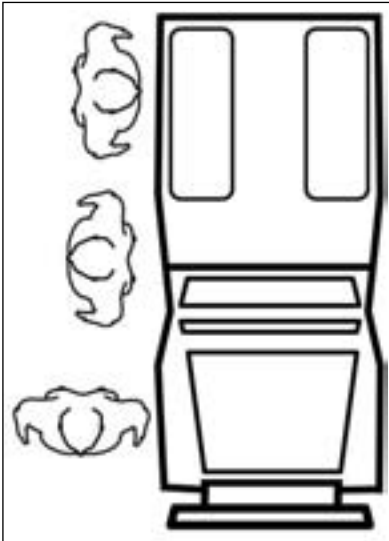
**Obr. 8** Posun otisku hlavy ve vztahu k otisku pánve, event. dolní končetiny, ve směru původního pohybu chodce

pohyblivá a chodec se zpravidla nedívá přímo před sebe). Při posuzování směru pohybu chodce je někdy možné vycházet z poznatku, že při centrickém nárazu automobilu do chodce je otisk hlavy ve vztahu k otisku pánve posunut ve směru původního pohybu chodce. Pohybuje-li se chodec z pohledu řidiče zprava doleva, naráží hlavou do místa vzdálenějšího od pravého obrysu automobilu, dochází tedy k posunu otisku hlavy vzhledem k otisku pánve a dolních končetin (obrázek 8).

do chodce, který má předkročnou dolní končetinu blíže k vozidlu (obrázek 6), může docházet i k mírné rotaci těla kolem svislé osy s dopadem odpovídajícím mírnému natočení hlavy bočně, týlní krajinou na vozidlo. Při zakročené dolní končetině (obrázek 7) dochází k mírné rotaci v opačném směru a tomu může odpovídat dopad hlavy na vozidlo, bočně obličejovou částí. Směr nárazu hlavou může být dále modifikován i jejím otočením (hlava je vůči trupu značně

**Postavení vozidla laterální** s postavením chodce frontálním-dorzálním-laterálním (obrázek 9). Intenzita kontaktu chodce s bokem vozidla je obvykle daleko menší než při nárazu přídí. Výjimku tvoří pouze velmi vzácné případy prudkého nárazu vozidla, které rychle rotuje podél své svislé osy. Jedná se o náraz velkou plochou a typ prvního, kontaktního zranění i jeho lokalizace odpovídá postavení chodce (čelem, zády nebo bokem). Při tečné kolizi s plochou utrpí chodec oděrky a podlitiny, v případě intenzivnějšího nárazu i poranění vnitřních orgánů a zlomeniny. Oděrky mají většinou smykový plošný charakter. Pokud dojde k zachycení výstupky, což je např. vnější zpětné zrcátko, event. boční anténa, a u starších typů vozidel i kliky, přidružují se i rány tržně zhmožděné, někdy jsou velmi rozsáhlé a hluboké. Na vozidle může dojít k rozbití postranních oken nebo roztržení kovových a plastových částí karoserie a potom nacházíme i rány řezné. Primární zranění jsou samozřejmě na částech těla v místě kontaktu, ale je téměř pravidlem, že dojde k odhození těla a ke vzniku zranění sekundárních (pasivních) nárazem na okol-





**Obr. 9** *Střet latero-frontální, latero-dorzální a latero-laterální*

kundární jsou v tomto případě méně závažná, protože primární střetová rychlost s vozidlem je obvykle daleko vyšší, než rychlost pádu těla na vozovku nebo odhození na okolní překážky.

ní překážky (domy, dopravní značení, stromy, sloupy) nebo nárazu a sunutí těla setrvačností po vozovce. Zraněny jsou tedy primárně tělní partie, které jsou v kontaktu s vozidlem, a sekundárně partie, které se dostanou do kontaktu s okolím po odhození. Charakter sekundárních zranění je naprosto totožný s jinými obecnými tupými poraněními. Při nárazu chodce v přední části vozidla dochází k pádu na přední část kapoty a sunutí po kapotě. Vznikají zranění zejména těch částí těla, která jsou při střetu v přímém styku s vozidlem (spánková krajina, dolní čelist, boční strana hrudníku a břicha s postižením zde uložených orgánů apod.). Zranění sekundární jsou v tomto případě méně závažná, protože primární střetová rychlost s vozidlem je obvykle daleko vyšší, než rychlost pádu těla na vozovku nebo odhození na okolní překážky.

V některých případech latero-frontálního postavení může být přejeta předkročená dolní končetina. Přitom dochází ke zraněním způsobeným drcením přímým tlakem na prsty, event. na nárt. Při najetí na dolní končetinu a současném odhození těla dojde k rozlomení kloubu. Obě dolní končetiny současně bývají přejety vzácněji.

Spíše raritně dochází při laterálním střetu chodce s osobním vozidlem k jeho stržení pod zadní kola nebo přívěs tak, jak je to častější u větších vozidel nákladních nebo kolejových.

### 2.1.2 Pohyb vzpřímeného chodce po nárazu vozidlem – druhá fáze

Po střetu vozidla s chodcem nastává druhá fáze vzniku zranění. Pohyb těla chodce po střetu s přídílí vozidla lze rozdělit na několik typů, závislých na rychlosti vozidla. Při nejnižších rychlostech dojde pouze k „odstrčení“ chodce, který mnohdy ani neupadne na zem.

Při nižších rychlostech dojde k odhození těla před vozidlo. V závislosti na rychlosti vozidla a pohotovosti řidiče může vzácně vozidlo na chodce najet. K tomu může dojít i tehdy, když je brzdění málo účinné (např. vozidlo najede na led). Nacházíme zde vždy zranění z první fáze primárního nárazu do dolních končetin. Zranění z druhé fáze při pádu na vozovku může být jak zcela banální, tak i závažnější. Charakteristika i závažnost zranění se nijak neliší od obecných tupých poranění vzniklých při pádu. Pokud dojde k najetí či dokonce přjetí, nalézáme celou škálu poranění uvedených dále.

Při vyšších rychlostech již hraje roli skutečnost, že náraz vždy směřuje pod těžiště těla a vlivem rotace dojde k pádu těla na vozidlo do vzdálenosti přímo závisející na okamžité střetové rychlosti. V první fázi narazí před do dolních končetin, v druhé fázi se tělo překlápí na automobil a narazí postupně na přední kapotu, na přední sklo, event. až na střechu. Při vysokých rychlostech může kontakt těla se střechou zcela chybět a chodec přeletí až za automobil. Charakter a rozsah zranění potom závisí na charakteru povrchu vozidla, na přední masce, sklonu čelního skla, střešních nosičích apod. Na těle nacházíme tedy zranění odpovídající jednak primárnímu nárazu předním nárazníkem, jednak nárazu a sunutí po kapotě, nárazu na čelní sklo či sloupky, a jednak zranění po pádu na vozovku nebo na překážky v okolí.

Při vysokých rychlostech, což je typické zejména u kolizí mimo obec při rychlostech nad 90 km/h, dojde k razantnímu podražení chodce, jeho vyhození do vzduchu, a jelikož je rychlost vozidla vyšší než rychlost letu chodce, i při současném brzdění vozidla dojde k podjetí letícího těla, které potom padá na vozovku za automobilem. Je samozřejmé, že všechny uvedené fáze kolize vzájemně plynule přecházejí.

**Kazuistika:** *Osobní automobil se v okamžiku střetu pohyboval rychlostí pouze 50 km. I přesto byl chodec nárazem vyhozen do vzduchu. Automobil letící tělo zcela nepodjel a zraněný mladý muž dopadl na sklo pátých dveří. Toto prorazil, a ocitnul se tak v zavazadlovém prostoru automobilu.*

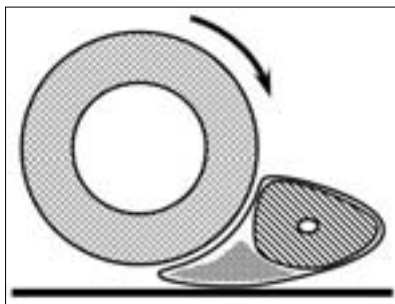
Po vyhození do vzduchu a pádu na zadní části vozidla, na silnici či při nárazu na pevnou překážku se zranění chodce vzniklá v této fázi nijak podstatně neliší od ostatních tupých poranění způsobených pádem. S jistými výhradami by tedy bylo možné vidět paralelu s jakým-

koliv komplikovaným pádem z výše s nárazem na podobný povrch. Rozsah a závažnost (přesněji kvantita) vznikajících zranění jsou závislé zejména na rychlosti vozidla a hmotnosti chodce a tím na hybnosti, kterou tělu předá vozidlo (Vorel, 1993). Dále záleží i na povrchu vozovky (hladký kvalitní asfalt × štětovaná kamenitá cesta). Při dopadu na vozovku se vždy jedná o více či méně tečný náraz a tomu odpovídá charakter zranění. Nacházíme tedy plošné oděry, mnohdy tak rozsáhlé a hluboké, že nabývají až charakteru tržně zhmožděných ran. Rotací těla po vozovce dochází hlavně k poraněním vystupujících částí těla, jako jsou hlava, ramena, lokty, ruce (dlaně), pánev, kolena. Nohy bývají oděrek ušetřeny, pokud jsou chráněny kvalitní obuví. Můžeme ovšem najít nejrůznější poranění kloubů až fraktury. Jako typické je možné uvést frakturu zápěstí nebo kostí předloktí (Collesova zlomenina), zlomeniny olekranonu apod. Charakteristické pro poranění těla padajícího na vozovku je značné znečištění až tetováz prachem a drobným šterkem, které je patrné na vystupujících nechráněných částech těla (obličej, ruce).

Rozsah, závažnost a charakter poranění těla narážejícího na překážky stojící u silnice (sloupy, stromy, zdi domů, zábradlí apod.) závisí jednak na povrchu a členitosti překážky, na její pevnosti a stabilitě, jednak na rychlosti a na části, kterou pohybující se tělo naráží, a v neposlední řadě i na druhu oblečení. Zcela diametrálně odlišné poranění utrpí člověk po pádu na kluzkou vozovku a nárazu do hustých keřů, který je v zimě oblečený v těžkém kabátu a v zimních botách, než člověk po pádu na zanedbanou vozovku a s následným nárazem do kamenné zídky, který je v létě oblečený do lehkého trička, šortek a sandálů. Pro posuzování jednotlivých fází nehody, zejména tak často požadovaného určení směru pohybu chodce těsně před střetem, je třeba ze strany lékařů přesně zadokumentovat zranění a ze strany policie velmi pečlivě zajistit stopy při ohledání místa nehody, a to včetně krevních a dalších biologických stop, event. útržků oděvu i dalších stop na vozovce, na přilehlém okolí i samotném vozidle.

### 2.1.3 Přejetí chodce osobním vozidlem – třetí fáze

Přejetí osobním vozidlem může mít dvojí charakter. Je to jednak přímo přejetí koly, a jednak poranění podvozkovými částmi. Ty sice mohou být chráněny hladkým krytem, ale mohou se zde nacházet i výstupky a hrany podvozku a výfuku.



**Obr. 10** Vznik *décollement* při najetí kola na končetinu

kůže od podkoží v takovém rozsahu, že se zde vytvoří velká krevní kapsa (obrázek 10). Při přejetí někdy nacházíme na povrchu těla nebo oděvních svršcích stopy po dezénu pneumatiky, občas jsou tak věrně otištěné, že podle nich lze charakterizovat danou pneumatiku. Podle směru těchto stop můžeme vydedukovat i směr pohybu kol po těle.

Pokud **kola vozidla tělo minou**, záleží na světlé výšce automobilu, do jaké míry dojde k poranění těla. Pokud je tělo přejeto automobilem s dostatečnou, např. dodatečně speciálně upravovanou světlou výškou, nemusí ke zranění dojít vůbec. V opačném případě se setkáváme se situací, která variuje od drobných smykových oděrek na horní ploše těla, které po přejetí zůstává na vozovce ležet v původní poloze, až po rozsáhlá tržně zhmožděná až drtivá zranění, nacházející se prakticky na jakékoliv části těla, která mohou být spojená s převalováním, posouváním a rotováním těla pod vozidlem. Tak, jako je charakter a rozsah poranění závislý na podvozkové části automobilu, tak do jisté míry zaleží i na povrchu vozovky. Přes složitost působení jednotlivých sil a pohybu těla pod vozidlem se mnohdy podaří zrekonstruovat původní polohu zraněného, a to zejména na základě lokalizace, rozsahu a charakteru jeho poranění (zejména směru smykových oděrek, často popálenin od součástí výfuku, lokalizace *décollement*, drtivých poranění uspořádaných v pásu atd.), stop na vozovce zanechaných jak automobilem, tak zraněným, i podle stop na automobilu (otěry, biologické stopy, deformace, útržky látek z oděvních svršků).

Osoba nacházející se na silnici se může dostat pod automobil z nejrůznějšího základního postavení – vzpřímený stoj, sedící či ležící postava. U stojící osoby, což je poměrně vzácné, dojde k přímému nára-