

Ahoj Ivánku,

konečně posílám slíbený text přednášky, kterou lze snad nazvat
Úrazové následky volného pádu z výše. Omlouvám se nejen za
zpoždění, ale též za kvalitu neboť poslední mně dostupná kopírka
není z těch nejkvalitnějších, proto také oprav. Úmyslně jsem
strany nečísloval, pokud bys je chtěl zařadit do textu. Pro
jistotu každá strana má číslo ze zadu tužkou.

Text v Praze moc nenabízí, neboť jsem vám do něj přidal mírně
korrigovaná tři schemata, ze svého příspěvku do učebnice *Urgentní
medicina* do níž jsem mohl díky aktivitám J. Hasíka přispět;
měla by vyjít letos. Pokud by to úplně náhodou někdo komentoval,
budeme tvrdit, že nejdříve byly odprezentovány u vás a potom
zařazeny do textu učebnice, který se kompletoval snad do poloviny
listopadu.

Doufám, že jsi již ekonomicky stabilisován / jako většina mých
privátních kolegů soudě dle vozidel a klesajícího zájmu o
služby a medicinu/ a přeji ti do nového roku pohodu a dovolenou
v horách.

Drž se

Vítězslav

26.1.1998

Úvod

Většina vašich kolegů v horolezeckém oddíle i kolegů v zaměstnání vás jako lékaře-horolezce považuje podvědomě za specialistu na zdravotní problematiku související s touto sportovní činností.

Zcela právem jsou přesvědčeni též o tom, že toho víte velice mnoho o volném pádu z výše a jeho důslečích, přestože je to kapitola o níž horolezci neradi přemýšlejí, natož hovoří.

Ve vlastní záchrannářské praxi jsem byl letos na jaře dvakrát konfrontován se smrtelným pracovním úrazem po pádu z výše /14 m a 6 m/a, ve snaze vyplnit informační vakuum týkající se problematiky úrazových následků volného pádu z výše jsem se snažil shromáždit současné práce týkající se této problematiky. K mému překvapení jsem zjistil, že práce zabývající se těmito úrazy jsou vzácné /vyjma odbornosti soudního lékařství retrospektivně dedukujícího mechanismus volného pádu a jeho důsledky s cílem objektivisovat možný podíl zavinění druhou osobou/. Ani sborníky mezinárodních kongresů lékařů HS tuto problematiku podrobněji nepostihují.

Ze skromné literatury a zkušeností je možné vyvodit určité zákonitosti volného pádu z výše, které vám na místě nehody pomohou rychleji posoudit závažnost stavu, předvídat možná zranění a rychleji a cíleněji zahájit přednemocniční léčbu. Omlouvám se za neúplnost informací a nezbytné zjednodušení fyzikálních kalkulací.

Budiž tento text i přes svojí hravost prodchnut úctou k těm, kteří vlastní bolestí či destrukcí přispěli k těmto poznatkům.

Aktualisace problemtiky volného pádu je důsledkem nejen uvolnění discipliny v horolezetcví, nejen četnějšími sólovýstupy, ale též oblíbkou zdánlivě bezpečného jumpingu a nárustu počtu skupin zabývajících se prací ve výšce.

Definice - pokud jsme čelní náraz vozidla na překážku nazvali *horizontálním deceleračním traumatem* je zcela logické, že pád z výše je tzv. *vertikální decelerační trauma*.

Je třeba si přiznat, že po dobu volného pádu se oběť stává padajícím břemenem zcela vystavenému působení fyzikálních sil a důsledkům fyzikálních zákonů.

Každý z nás kdo se skláňel nad obětí pádu z výše dobře ví kolik otázek a nejistot jej v těch prvních minutách naplňovalo. V tom okamžiku již nemůžeme ovlivnit proběhlý děj, ale můžeme se dedukovat úrazový mechanismus, předvídat jeho úrazové důsledky. To nám pomůže včas rozpoznat jednotlivá zranění a dříve zahájit cílené léčbu a oddálit rozvoj druhotních poškození.

V první řásti textu bych se rád věnoval naléhavě znějící otázce: jaké faktory ovlivňují rozsah a povahu úrazových následků po volném pádu? Snad nejúplněji je shrnul J.ŠULC 1984 v následující tabulce:

**Biofyzikální faktory ovlivňující rozsah
a povahu úrazu po volném pádu z výše**

Fyzikální faktory	Biologické faktory
<ul style="list-style-type: none">× doba trvání nárazu× velikost nárazové síly<ul style="list-style-type: none">/ochranné vlastnosti oděvu, výška, odpor vzduchu/× charakter místa dopadu<ul style="list-style-type: none">/deformační charakteristiky/× směr působení síly<ul style="list-style-type: none">/orientace těla/× rozložení síly	<ul style="list-style-type: none">× věk× pohlaví× tělesný stav× duševní stav× vlastnosti tkání× druhotné nárazy

Z tohoto výčtu jsem se snažil mezi řádky statistických prací vybrat ty faktory, které můžeme posoudit na místě nehody a získat tak jasnější představu o úrazovém ději a poté dedukovat úrazové následky. Nazval jsem je s trohou nadšázkou **rozhodující faktory**.

Aktualisace problematiky volného pádu je důsledkem nejen uvolnění discipliny v horolezectví, nejen četnějšími sólovýstupy, ale též oblíbkou zdánlivě bezpečného jumpingu a nárustu počtu skupin zabývajících se prací ve výšce.

Definice - pokud jsme čelní náraz vozidla na překážku nazvali *horizontálním deceleračním traumatem* je zcela logické, že pád z výše je tzv. *vertikální decelerační trauma*.

Je třeba si přiznat, že po dobu volného pádu se oběť stává padajícím břemenem zcela vystavenému působení fyzikálních sil a důsledkům fyzikálních zákonů.

Každý z nás kdo se skláňel nad obětí pádu z výše dobře ví kolik otázek a nejistot jej v těch prvních minutách naplňovalo. V tom okamžiku již nemůžeme ovlivnit proběhlý děj, ale můžeme se dedukovat úrazový mechanismus, předvídat jeho úrazové důsledky. To nám pomůže včas rozpoznat jednotlivá zranění a dříve zahájit cílené léčbu a oddálit rozvoj druhotních poškození.

V první řásti textu bych se rád věnoval naléhavě znějící otázce: jaké faktory ovlivňují rozsah a povahu úrazových následků po volném pádu? Snad nejúplněji je shrnul J. ŠULC 1984 v následující tabulce:

Biofyzikální faktory ovlivňující rozsah a povahu úrazu po volném pádu z výše

Fyzikální faktory	Biologické faktory
<ul style="list-style-type: none">× doba trvání nárazu× velikost nárazové síly<ul style="list-style-type: none">/ochranné vlastnosti oděvu, výška, odpor vzduchu/× charakter místa dopadu<ul style="list-style-type: none">/deformační charakteristiky/× směr působení síly<ul style="list-style-type: none">/orientace těla/× rozložení síly	<ul style="list-style-type: none">× věk× pohlaví× tělesný stav× duševní stav× vlastnosti tkání× druhotné nárazy

Z tohoto výčtu jsem se snažil mezi řádky statistických prací vybrat ty faktory, které můžeme posoudit na místě nehody a získat tak jasnější představu o úrazovém ději a poté dedukovat úrazové následky. Nazval jsem je s trohou nadšázkou **rozhodující faktory**.

Pět rozhodujících faktorů pro posouzení závažnosti úrazových důsledků pádu z výše

1. výška pádu
2. druh podkladu v místě dopadu
3. poloha těla v okamžiku dopadu
4. věk zraněného
5. zvážení zvláštních faktorů

viz obr. č. 1

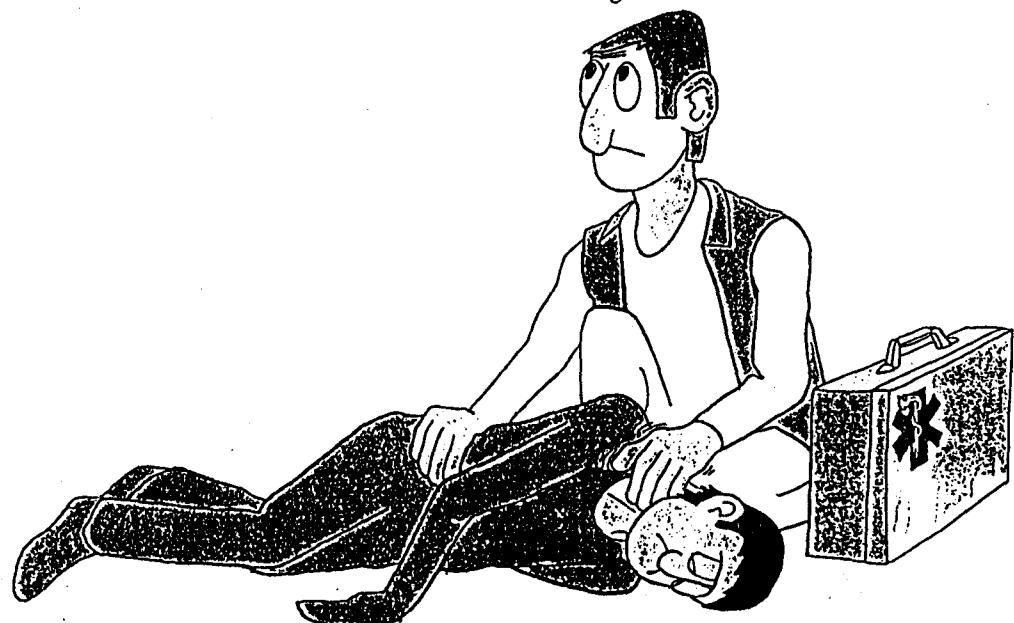
zvláštní faktory ?

věk zraněného ?

poloha při dopadu ?

**druh podkladu
v místě dopadu ?**

výška pádu ?



**Pět rozhodujících faktorů, pro posouzení
závažnosti úrazových důsledků pádu z výše**

1. výška pádu
2. druh podkladu v místě dopadu
3. poloha těla v okamžiku dopadu
4. věk zraněného
5. zvážení zvláštních faktorů

viz obr. č. 1

zvláštní faktory ?

věk zraněného ?

poloha při dopadu ?

**druh podkladu
v místě dopadu ?**

výška pádu ?

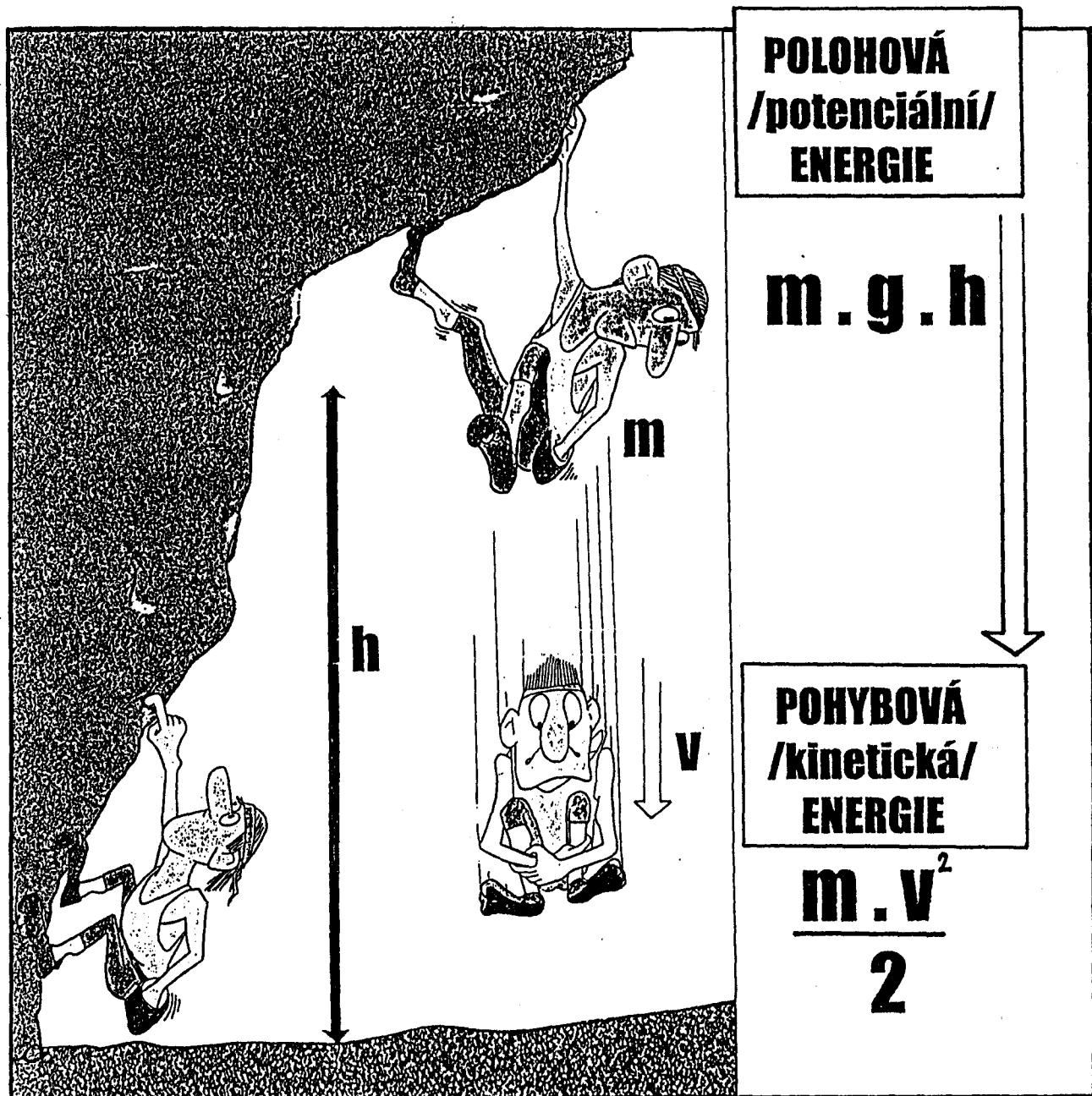


FAKTOR 1. VLIV VÝŠKY PÁDU

Většina z nás již v dětství ověřila důsledky tohoto faktoru, čili poznala, že z čím větší výšky spadnu tím více to bude bolet, aniž bychom přemýšleli o fyzikální podstatě tohoto zjištění vyplývající ze zákona o zachování energie.

Prakticky: lezec o hmotnosti m , který dosáhne určité výšky h /obr.č.2/ získá určitou polohovou energii, kterou během pádu "promění" v pohybovou energii z níž lze odvodit nárazovou rychlosť v .

Obr.č.2 Zákon o zachování energie aplikovaný na "činnost" lezce

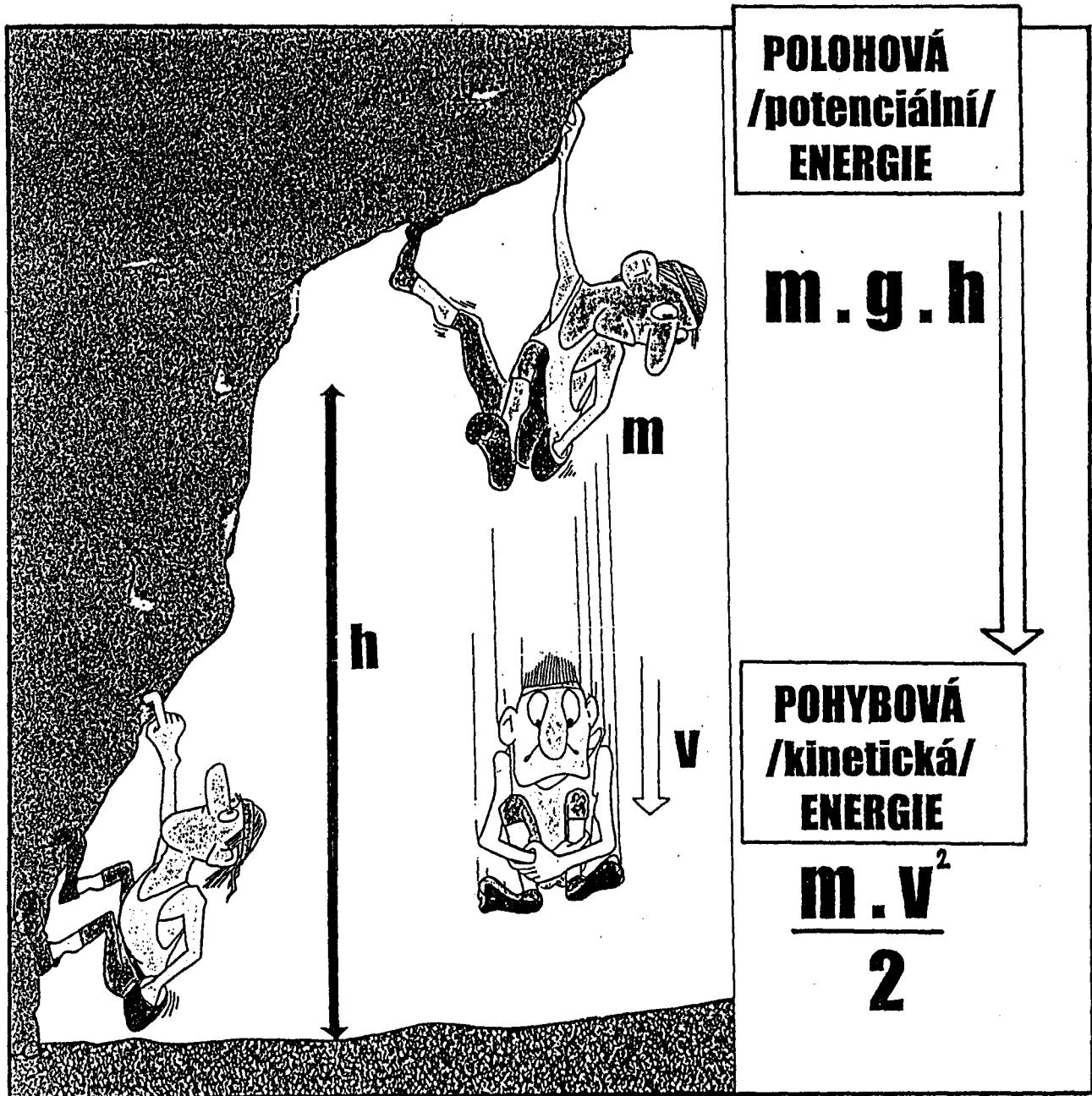


FAKTOR 1. VLIV VÝŠKY PÁDU

Většina z nás již v dětství ověřila důsledky tohoto faktoru, čili poznala, že z čím větší výšky spadnu tím více to bude bolet, aniž bychom přemýšleli o fyzikální podstatě tohoto zjištění vyplývající ze zákona o zachování energie.

Prakticky: lezec o hmotnosti m , který dosáhne určité výšky h /obr.č.2/ získá určitou polohovou energii, kterou během pádu "promění" v pohybovou energii z níž lze odvodit nárazovou rychlosť v .

Obr.č.2 Zákon o zachování energie aplikovaný na "činnost" lezce



polohová energie = pohybová energie

$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

kde m = hmotnost lezce h = výška pádu
 v = nárazová rychlosť g = gravitačná konštantă

Zjištění: *velikost nárazové rychlosti závisí na výšce pádu*

Poznámka: při vlastním výpočtu nárazové rychlosti je třeba si uvědomit, že výsledek získáme v SI jednotkách tj. m/s snadný přepočet na dobré představitelné jednotky km/hod získáme vynásobením koeficientem 3.6

Výška pádu se v civilním záchranném řízení neudává na délky lana, ani není přesné odhadovat metry, nýbrž se ujalo udávání výšky v patrech, kdy výška jednoho patra je 3.5 metrů/v U.S.A. 3.7 m/. Pro vaši konkrétní představu o velikosti nárazové rychlosti při různých výškách jsem si dovolil sestavit následující tabulku:

výška pádu /v patrech/	výška pádu /v metrech/	nárazová rychlosť / km/hod /
VI.patro	21.0 m	73 km/hod
V.patro	17.5 m	68 km/hod
IV.patro	14.0 m	60 km/hod
III.patro	10.5 m	52 km/hod
II.patro	7.0 m	42 km/hod
I.patro	3.5 m	30 km/hod

Význam této představy vyniká snažíme-li se ze statistik získat informace o tom, jaká je mortalita v závislosti na výšce volného pádu. Statistická zjištění W.E.Lewise jsem shrnul do obr.č.3.

Výsledek je poměrně tvrdý:

Pád z výše IV.patra /14 m/ je v 50% smrtelný... Pád z výše VI.patra /21 m/ je v 87% smrtelný...

polohová energie = pohybová energie

$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

kde m = hmotnost lezce h = výška pádu
 v = nárazová rychlosť g = gravitačná konštantă

Zjištění: velikost nárazové rychlosti závisí na výšce pádu

Poznámka: při vlastním výpočtu nárazové rychlosti je třeba si uvědomit, že výsledek získáme v SI jednotkách tj. m/s snadný přepočet na dobré představitelné jednotky km/hod získáme vynásobením koeficientem 3.6

Výška pádu se v civilním záchranném řetězci neudává na délky lana, ani není přesné odhadovat metry, nýbrž se ujalo udávání výšky v patrech, kdy výška jednoho patra je 3.5 metrů/v U.S.A. 3.7 m/. Pro vaši konkrétní představu o velikosti nárazové rychlosti při různých výškách jsem si dovolil sestavit následující tabulku:

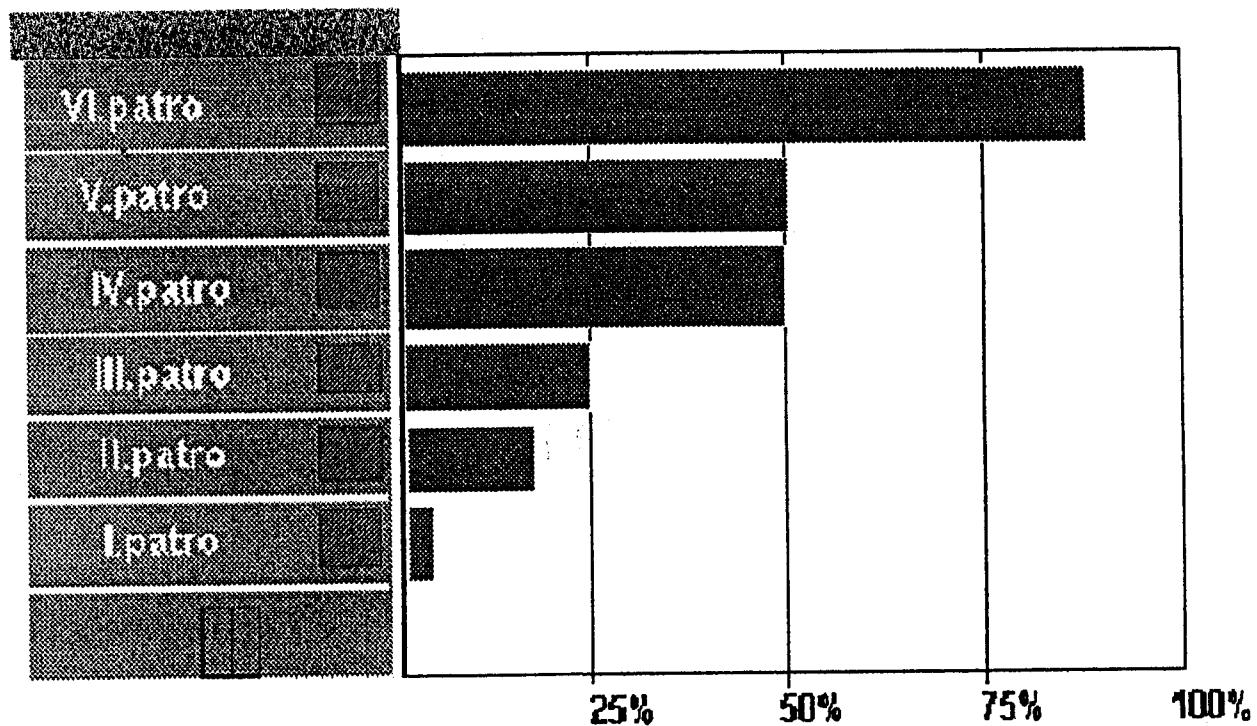
výška pádu /v patrech/	výška pádu /v metrech/	nárazová rychlosť / km/hod /
VI.patro	21.0 m	73 km/hod
V.patro	17.5 m	68 km/hod
IV.patro	14.0 m	60 km/hod
III.patro	10.5 m	52 km/hod
II.patro	7.0 m	42 km/hod
I.patro	3.5 m	30 km/hod

Význam této představy vyniká snažíme-li se ze statistik získat informace o tom, jaká je mortalita v závislosti na výšce volného pádu. Statistická zjištění V.E.Levise jsem shrnul do obr.č.3.

Výsledek je poměrně tvrdý:

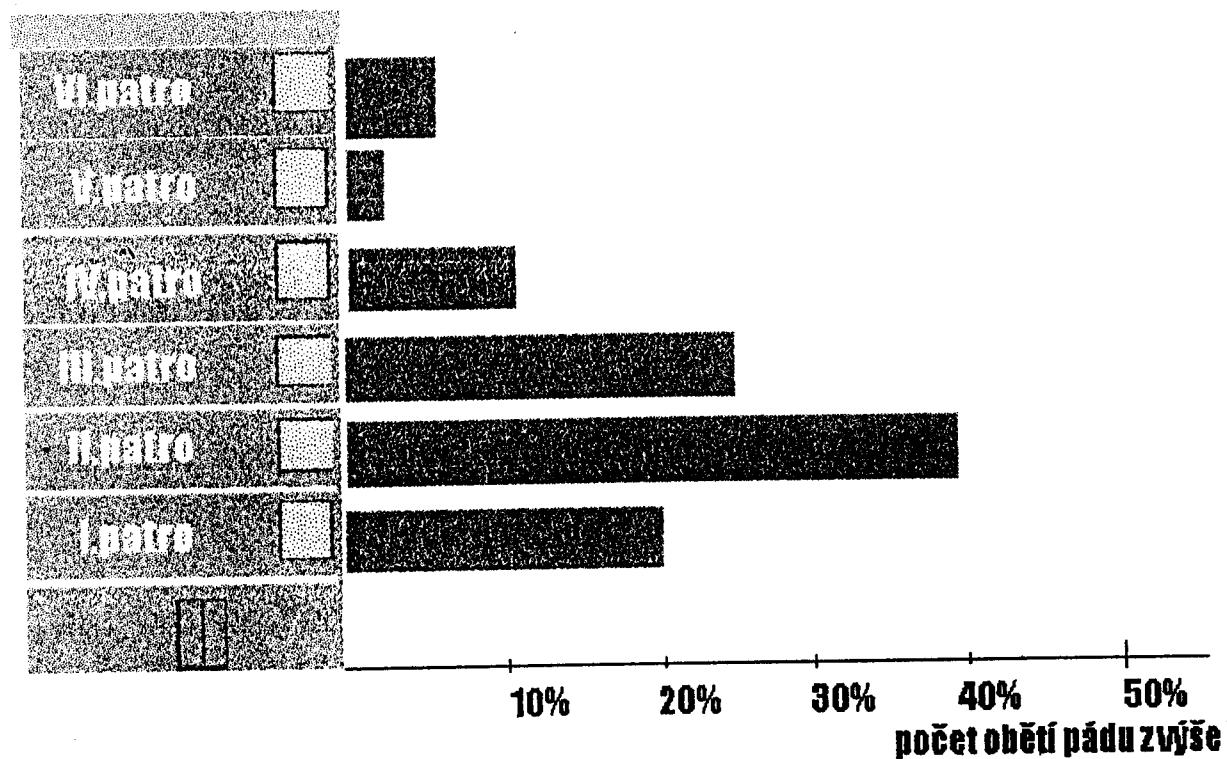
Pád z výše IV.patra /14 m/ je v 50% smrtelný...
 Pád z výše VI.patra /21 m/ je v 87% smrtelný...

Obr.č.3 Mortalita volného pádu z výše v závislosti na výšce

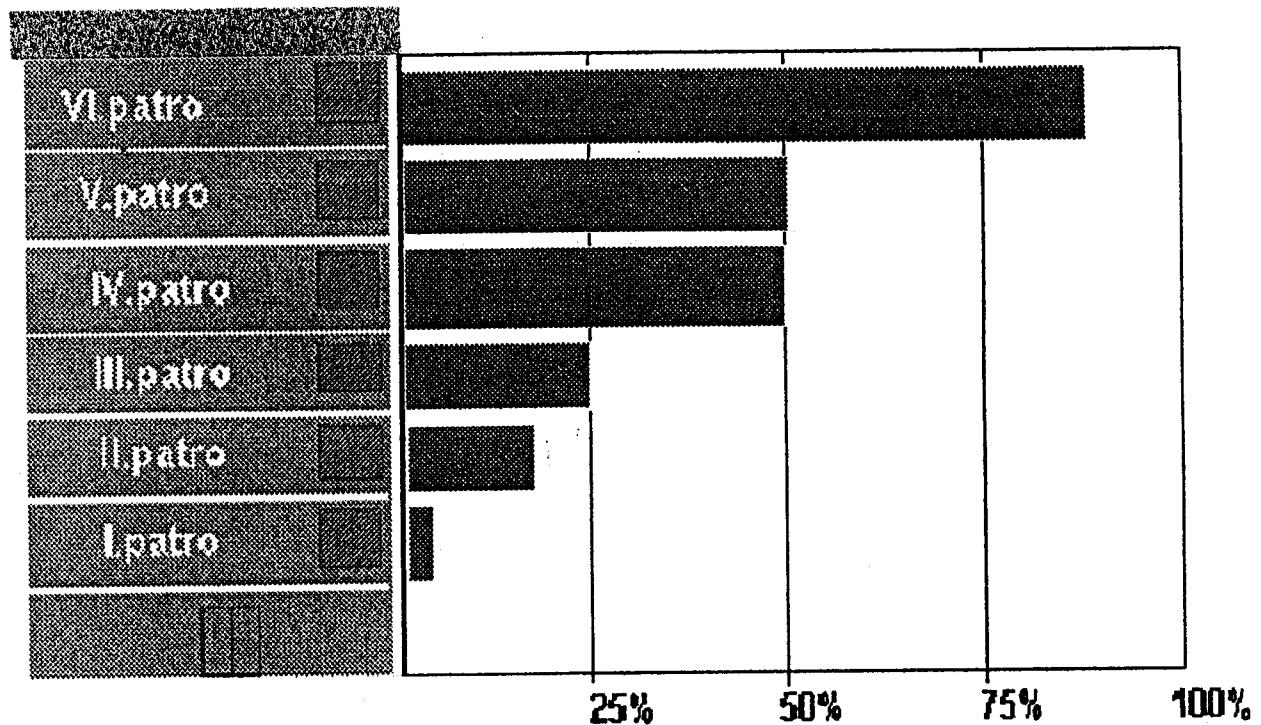


V této souvislosti je zajímavá otázka jaká je četnost zraněných v jednotlivých výškách. Tyto údaje jsem shrnul do obr. č.4.

Obr.č.4 Četnost počtu zraněných ve vztahu k výšce pádu

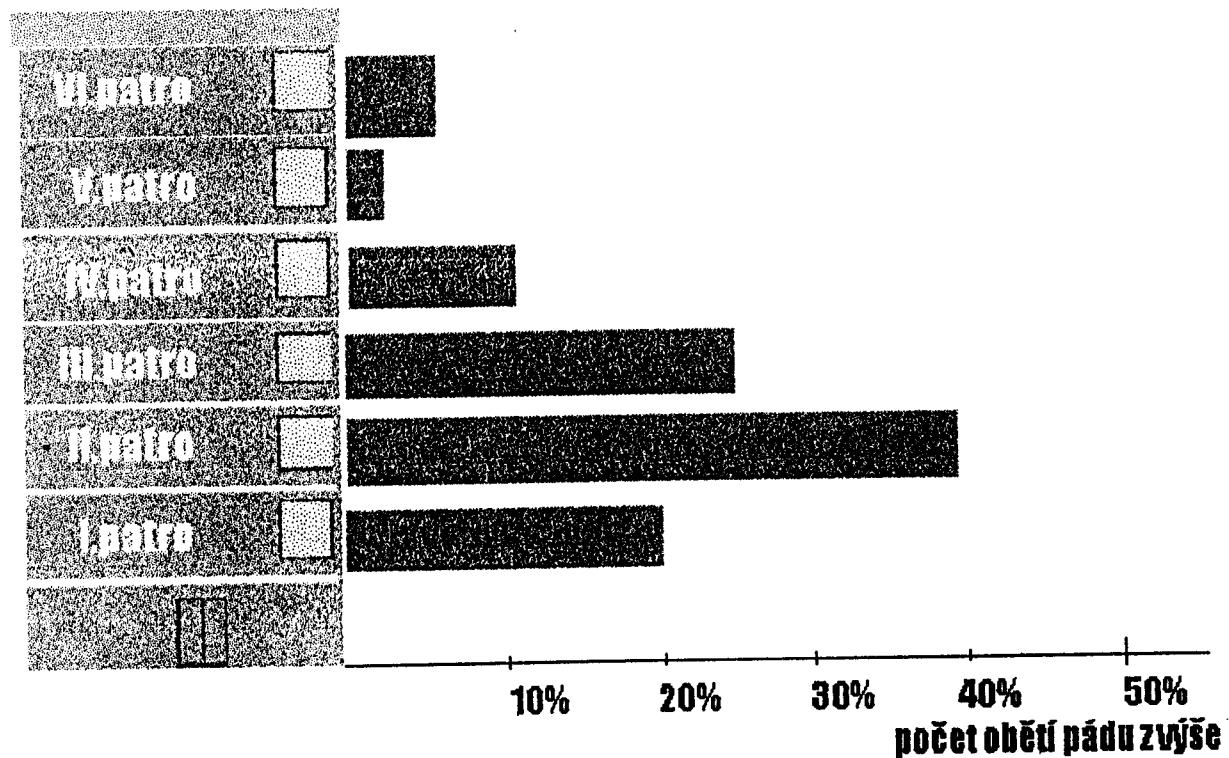


Obr.č.3 Mortalita volného pádu z výše v závislosti na výšce



V této souvislosti je zajímavá otázka jaká je četnost zraněných v jednotlivých výškách. Tyto údaje jsem shrnul do obr. č.4.

Obr.č.4 Četnost počtu zraněných ve vztahu k výšce pádu



Závěr:

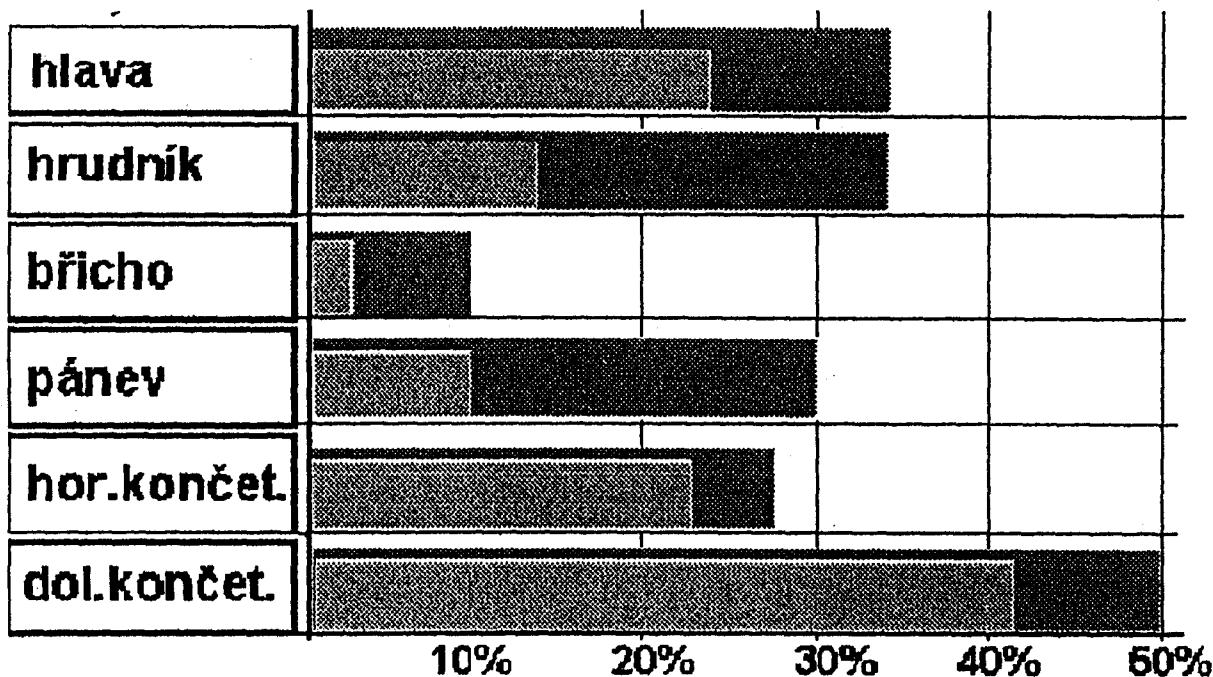
**90% obětí pádu z výšky padá z výše I.-III. patra
tzn. 3,5-10,5 m s nárazovou rychlosí 30-52 km/hod**

Vzhledem k výše uvedené mortalitě je to zjištění relativně příznivé. Je třeba připomenout, že se jedná o statistiky traumacenter shrnující úrazy jak pracovní a sebevražedné, tak sportovní. Nenalezl jsem velký soubor zabývající se výhradně úrazy horolezců.

Praktický závěr obou konstatovaní je: **90% obětí pádu z výše padá z relativně malých výšek s mortalitou 20-25%**

Mnohem významější pro vaši činnost na místě nehody je však znalost jak se mění povaha utrpěných zranení s narůstající výškou. Pokusil jsem se statistické údaje shrnout přehledně do obr. č. 5

Obr.č.5 Četnost výskytu zranení jednotlivých částí těla v závislosti na výšce pádu



pád z výše menší než 7 metrů

pád z výše větší než 7 metrů

Závěr:

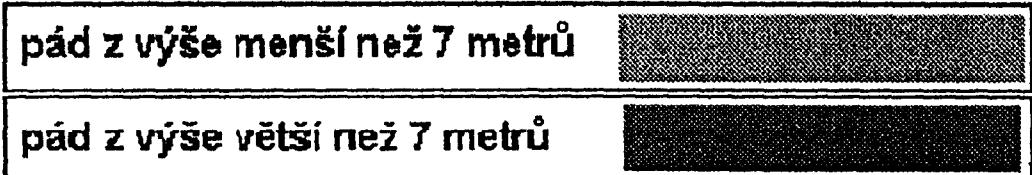
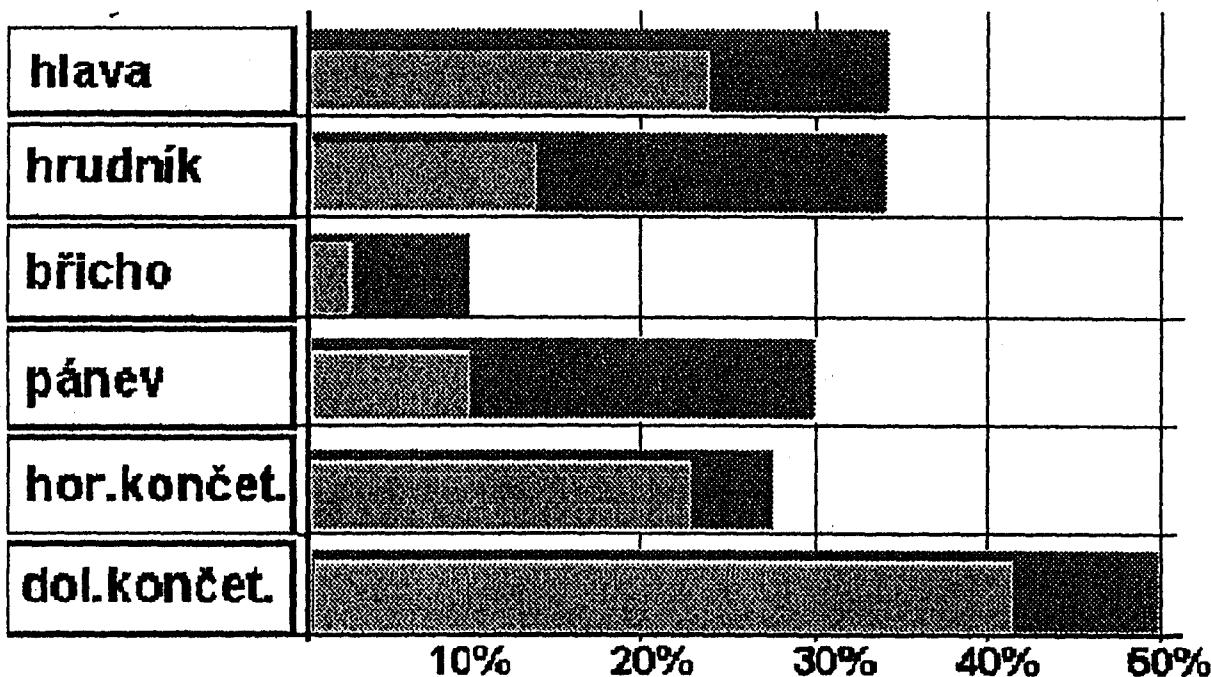
**90% obětí pádu z výšky padá z výše I.-III. patra
tzn. 3,5-10,5 m s nárazovou rychlosí 30-52 km/hod**

Vzhledem k výše uvedené mortalitě je to zjištění relativně příznivé. Je třeba připomenout, že se jedná o statistiky traumacenter shrnující úrazy jak pracovní a sebevražedné, tak sportovní. Nenalezl jsem velký soubor zabývající se výhradně úrazy horolezců.

Praktický závěr obou konstatovaní je: 90% obětí pádu z výše padá z relativně malých výšek s mortalitou 20-25%

Mnohem významější pro vaši činnost na místě nehody je však znalost jak se mění povaha utrpěných zranení s narůstající výškou. Pokusil jsem se statistické údaje shrnout přehledně do obr. č. 5

Obr.č.5 Četnost výskytu zranení jednotlivých částí těla v závislosti na výšce pádu



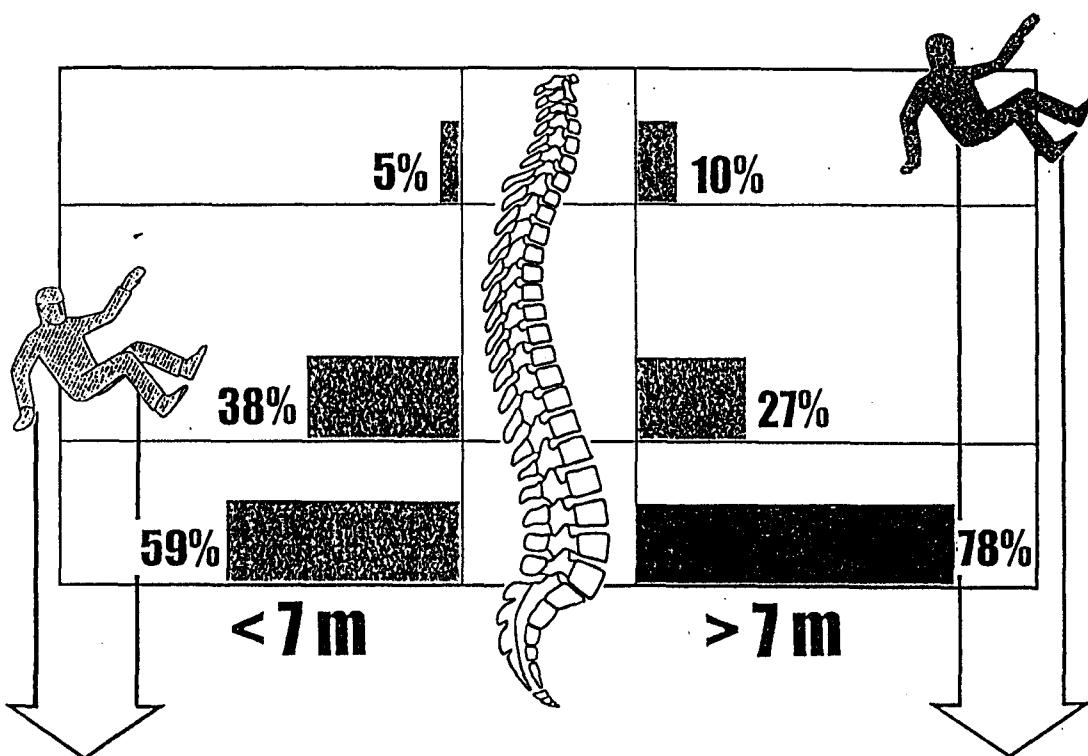
Závěr:

U pádu z výše menší než 7 m je překvapivě malé procento zranění nitrobřišních, přestože v představách lékařů dominuje u pádů z výše častěji. S narůstající výškou nad 7 m rapidně přibývá zranění pánve, hrudníku, břicha a hlavy.

Poznámka: povahu zranění ovlivní přirozeně další faktory jak uvidíme v dalším textu.

Poslední zkušeností, kterou bychom pro naši praxi měli z výsledků statistik získat je vliv výšky pádu na výskyt poranění páteře. Toto shrnuje obr.č.6.

Obr.č.6. Vliv výšky pádu na výskyt poranění páteře



Závěr:

Výskyt poranění bederní páteře svojí četností nápadně kontrastuje s poměrně vzácným zraněním krční páteře.

Vzhledem ke skutečnosti, že současné poranění pánve či břicha může zastírat symptomatologii poranění bederní páteře je třeba toto poranění předpokádat a zajistit dokoanlé znehybnění jak při vyprošťování tak při transportu tzn. scoop... podtlaková nosítka... farmakoterapie

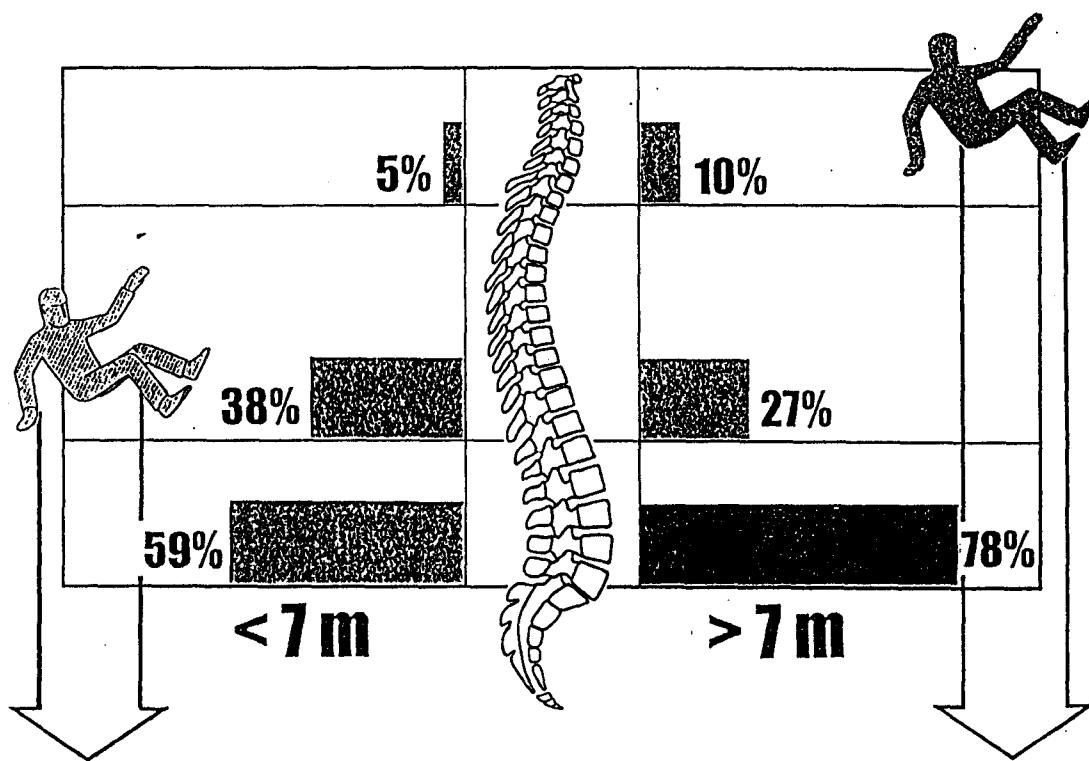
Závěr:

U pádu z výše menší než 7 m je překvapivě malé procento zranění nitrobřišních, přestože v představách lékařů dominuje u pádů z výše častěji. S narůstající výškou nad 7 m rapidně přibývá zranění pánve, hrudníku, břicha a hlavy.

Poznámka: povahu zranění ovlivní přirozeně další faktory jak uvidíme v dalším textu.

Poslední zkušeností, kterou bychom pro naši praxi měli z výsledků statistik získat je vliv výšky pádu na výskyt poranění páteře. Toto shrnuje obr.č.6.

Obr.č.6. Vliv výšky pádu na výskyt poranění páteře



Závěr:

Výskyt poranění bederní páteře svojí četností nápadně kontrastuje s poměrně vzácným zraněním krční páteře.

Vzhledem ke skutečnosti, že současné poranění pánve či břicha může zastírat symptomatologii poranění bederní páteře je třeba toto poranění předpokádat a zajistit dokoanlé znehybnění jak při vyprošťování tak při transportu tzn. scoop... podtlaková nosítka... farmakoterapie

Nejčastěji zraňovaným úsekem bederní páteře je oblast Th-L přechodu / čili obratel L 1 a Th 12 /, bohužel však současně v této lokalitě dochází nejčastěji k přehlédnutí poranění páteře při ošetření na místě nehody /ve 20-25%/.

Závěrem hodnocení vlivu faktoru výšky na povahu zranění po volném pádu z výše je třeba ve shodě s některými autory konstatovat ,že vliv výšky a výsledná nárazová rychlosť je velmi *nekonstantní faktor* ve vztahu k rozsahu předpokládaného zranění . Doslova:

J.ŠULC 1984 : Ani u dopadů na pevný podklad nebyla nalezena přímá souvislost mezi nárazovou rychlostí a stupněm poškození organismu.

A.KLOCKGETHER 1992: Zatímco závažnost zranění v podstatě koreluje s výškou pádu, ovlivňuje úrazový mechanismus speciální úrazové následky, které se vyznačují relativně velkou uniformitou

Pro naši praxi to znamená, že výška pádu je pouze jeden z faktorů které ovlivňují rozsah zranění a vliv dosažené nárazové rychlosti může být zvýrazněn nebo snížen podílem dalších faktorů uvedených dále.

Potěšitelná informace na závěr:

Při volném pádu z výše se v důsledku vzrušujícího odporu vzduchu tělo zryhlí maximálně na 210 km/hod tj. na 58.5 m/s a dále se již rychlosť nezvyšuje ?J.ŠULC 1984/

FAKTOR 2. VLIV PODKLADU V MÍSTĚ DOPADU

Poměrně snadno jsme si představili vliv výšky pádu na nárazovou rychlosť a fyzikálním zákonem podepřeli vlastní zkušenosť. Stejně je třeba detailně rozebrat děj odehrávající se během milisekund v okamžiku nárazu při dopadu oběti volného pádu.

Sílu nárazu /F/ je možné vypočítat dle Newtonova zákona:

$$F = m \cdot a$$

kde F - síla nárazu

m - hmotnost padajícího

a - akcelerace

což v případě nárazu při

dopadu znamená deceleraci

tj. záporné zrychlení či

či zbrždění - d

$$\text{potom } F = m \cdot d$$

Nejčastěji zraňovaným úsekem bederní páteře je oblast Th-L přechodu / čili obratel L 1 a Th 12 /, bohužel však současně v této lokalitě dochází nejčastěji k přehlédnutí poranění páteře při ošetření na místě nehody /ve 20-25%/.

Závěrem hodnocení vlivu faktoru výšky na povahu zranění po volném pádu z výše je třeba ve shodě s některými autory konstatovat ,že vliv výšky a výsledná nárazová rychlosť je velmi *nekonstantní faktor* ve vztahu k rozsahu předpokládaného zranění . Doslova:

J.ŠULC 1984 : Ani u dopadů na pevný podklad nebyla nalezena přímá souvislost mezi nárazovou rychlostí a stupněm poškození organismu.

A.KLOCKGETHER 1992: Zatímco závažnost zranění v podstatě koreluje s výškou pádu, ovlivňuje úrazový mechanismus speciální úrazové následky, které se vyznačují relativně velkou uniformitou

Pro naši praxi to znamená, že výška pádu je pouze jeden z faktorů které ovlivňují rozsah zranění a vliv dosažené nárazové rychlosti může být zvýrazněn nebo snížen podílem dalších faktorů uvedených dále.

Potěšitelná informace na závěr:

Při volném pádu z výše se v důsledku vzruštajícího odporu vzduchu tělo zryhlí maximálně na 210 km/hod tj. na 58.5 m/s a dále se již rychlosť nezvyšuje ?J.ŠULC 1984/

FAKTOR 2. VLIV PODKLADU V MÍSTĚ DOPADU

Poměrně snadno jsme si představili vliv výšky pádu na nárazovou rychlosť a fyzikálním zákonem podepřeli vlastní zkušenosť. Stejně je třeba detailně rozebrat děj odehrávající se během milisekund v okamžiku nárazu při dopadu oběti volného pádu.

Sílu nárazu /F/ je možné vypočítat dle Newtonova zákona:

$$F = m \cdot a$$

kde *F - síla nárazu*
m - hmotnost padajícího
a - akcelerace
což v případě nárazu při dopadu znamená deceleraci
tj. záporné zrychlení či
či zbrždění - d

$$\text{potom } F = m \cdot d$$

slovy: velikost síly nárazu bude záviset jak na hmotnosti padajícího tak na velikosti záporného zrychlení-deceleraci

$$d = \frac{g \cdot h}{s}$$

kde h - výška pádu

g - gravitační koeficient 9.8

s - dráha zbrždění

neboli vzdálenost na níž násilí působí

Je-li g /gravitační koeficient/ konstantní/neměnný potom je velikost decelerace určována zlomkem $\frac{h}{s}$

proto se v praxi velikost decelerace udává jako násobky gravitačního koeficientu $/g/$.

Praktické důsledky této zdlouhavé fyzikální úvahy jsou překvapivé neboť co může ovlivnit velikost decelerace d v okamžiku dopadu, je-li g konstantní a výška již dána ? Pouze velikost s tj. dráhy zbrždění může zmírnit velikost decelerace a tedy síly nárazu.

Výpočet je surově prostý:

např.: pád z I. patra /tj. $h=3.5m=350cm$ / na beton /tj. $s=1\text{ cm}/$

$$\text{decelerace } d = \frac{350}{1} \cdot g = 350g$$

podobně: týž pád z I. patra /tj. 350 cm/ do trávníku /tj. $s=10\text{ cm}/$

$$\text{decelerace } d = \frac{350}{10} \cdot g = 35g$$

Závěr: Čím delší je dráha zbrždění tzn. měkkší dopad, tím menší je velikost decelerace a tím menší je síla nárazu. Bohužel to platí též obráceně : čím kratší dráha zbrždění...

V praxi to znamená, že je třeba zvažovat na místě nehody okolnosti zmírňující velikost decelerace tzn. prodlužující dráhu zbrždění/s/.

Příznivé okolnosti místa dopadu prodlužující dráhu zbrždění:

- dopad na střechu zaparkovaného auta
- dopad na šikmý svah
- dopad do sněhu
- dopad do vody /pozor na vliv polohy viz dále/

slovy: velikost síly nárazu bude záviset jak na hmotnosti padajícího tak na velikosti záporného zrychlení-deceleraci

$$d = \frac{g \cdot h}{s}$$

kde h - výška pádu

g - gravitační koeficient 9.8

s - dráha zbrždění

neboli vzdálenost na níž násilí působí

Je-li g /gravitační koeficient/ konstantní/neměnný potom je velikost decelerace určována zlomkem $\frac{h}{s}$

velikost decelerace udává jako násobky gravitačního koeficientu $/g/$.

Praktické důsledky této zdlouhavé fyzikální úvahy jsou překvapivé neboť co může ovlivnit velikost decelerace d v okamžiku dopadu, je-li g konstantní a výška již dána ? Pouze velikost s tj. dráhy zbrždění může zmírnit velikost decelerace a tedy síly nárazu.

Výpočet je surově prostý:

např.: pád z I. patra /tj. $h=3.5m=350cm$ / na beton /tj. $s=1\text{ cm}/$

$$\text{decelerace } d = \frac{350}{1} \cdot g = 350g$$

podobně: týž pád z I. patra /tj. 350 cm/ do trávníku /tj. $s=10\text{ cm}/$

$$\text{decelerace } d = \frac{350}{10} \cdot g = 35g$$

Závěr: Čím delší je dráha zbrždění tzn. měkkší dopad, tím menší je velikost decelerace a tím menší je síla nárazu. Bohužel to platí též obráceně : čím kratší dráha zbrždění...

V praxi to znamená, že je třeba zvažovat na místě nehody okolnosti zmírňující velikost decelerace tzn. prodlužující dráhu zbrždění/s/.

Příznivé okolnosti místa dopadu prodlužující dráhu zbrždění:

- dopad na střechu zaparkovaného auta
- dopad na šikmý svah
- dopad do sněhu
- dopad do vody /pozor na vliv polohy viz dále/

Logickým zjištěním vyplývajícím z úvah o dráze zbrždění je zjištění, že s ní souvisí doba trvání nárazu. Ve většině případu trvá 40 milisekund až 1 sekundu/J.ŠULC 1984/, avšak při dopadu na pevný podklad např. na skálu se zkracuje až na méně než $6 \cdot 10^{-4}$ s Čas nárazu lze vypočítat dle vzorce:

$$t = 2 \cdot \frac{s}{v}$$

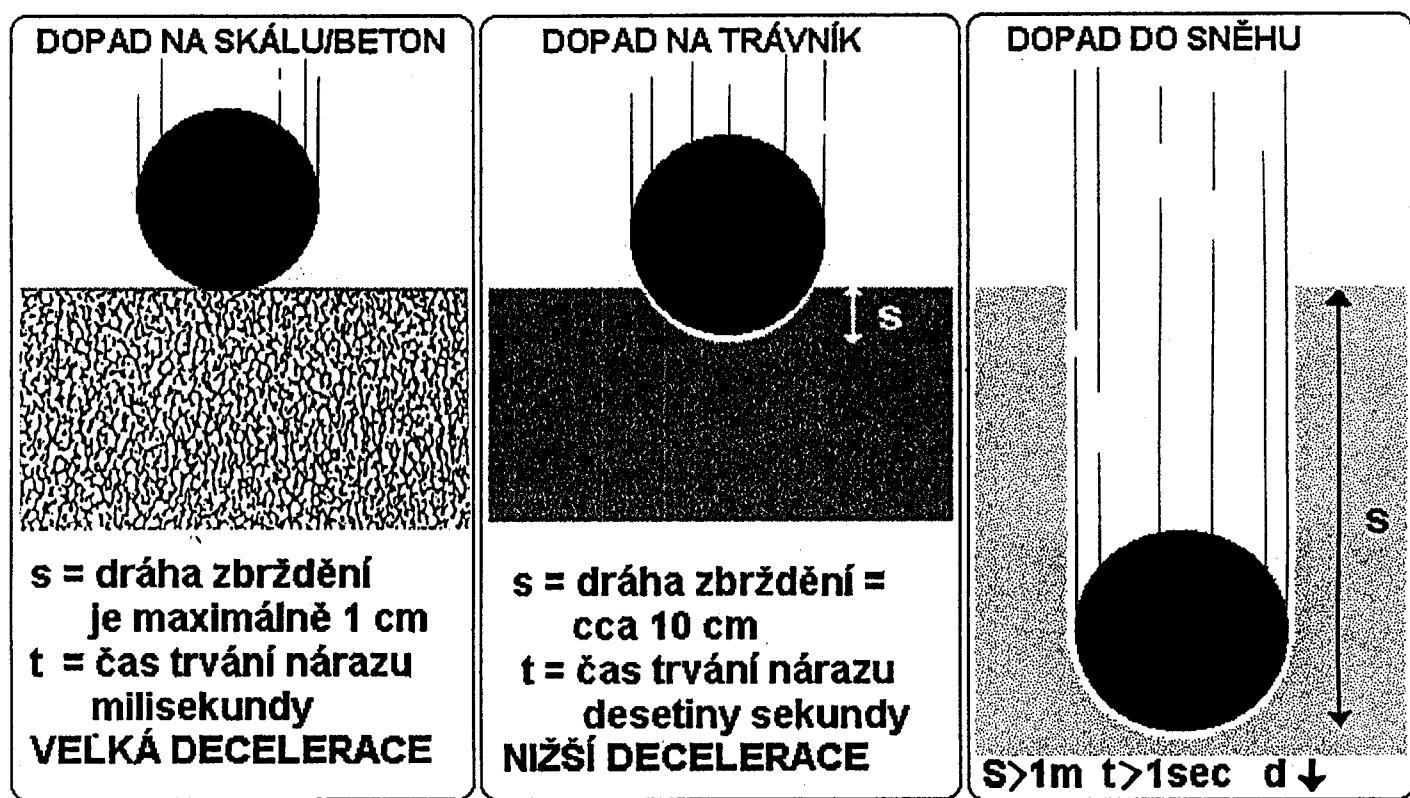
kde t - čas trvání nárazu

s - brzdná dráha v materiálu/dráha zbrždění/

v - průměrná rychlosť při nárazu

Pro naši praxi je důležité zjištění: čím měkčí místo dopadu tím delší dráha zbrždění a tím delší trvání nárazu, tím menší decelerace a tím menší destrukce tkání, ale bohužel též naopak...

Obr.č.7. Schema vlivu druhu podkladu tj. velikosti dráhy zbrždění



Poznatky o deceleraci mají však přímý praktický dopad na velikost traumatických změn v jednotlivých orgánech těla, které se vzájemně liší svojí strukturou. Velikost deceleračního násilí působícího na jednotlivé tělesné orgány je vyjádřena tzv. "kritickou hmotností". Kritická hmotnost orgánu tj. hmotnost orgánu násobená počtem "g" dosažených při deceleraci přímo koleruje s velikostí nárazové síly.

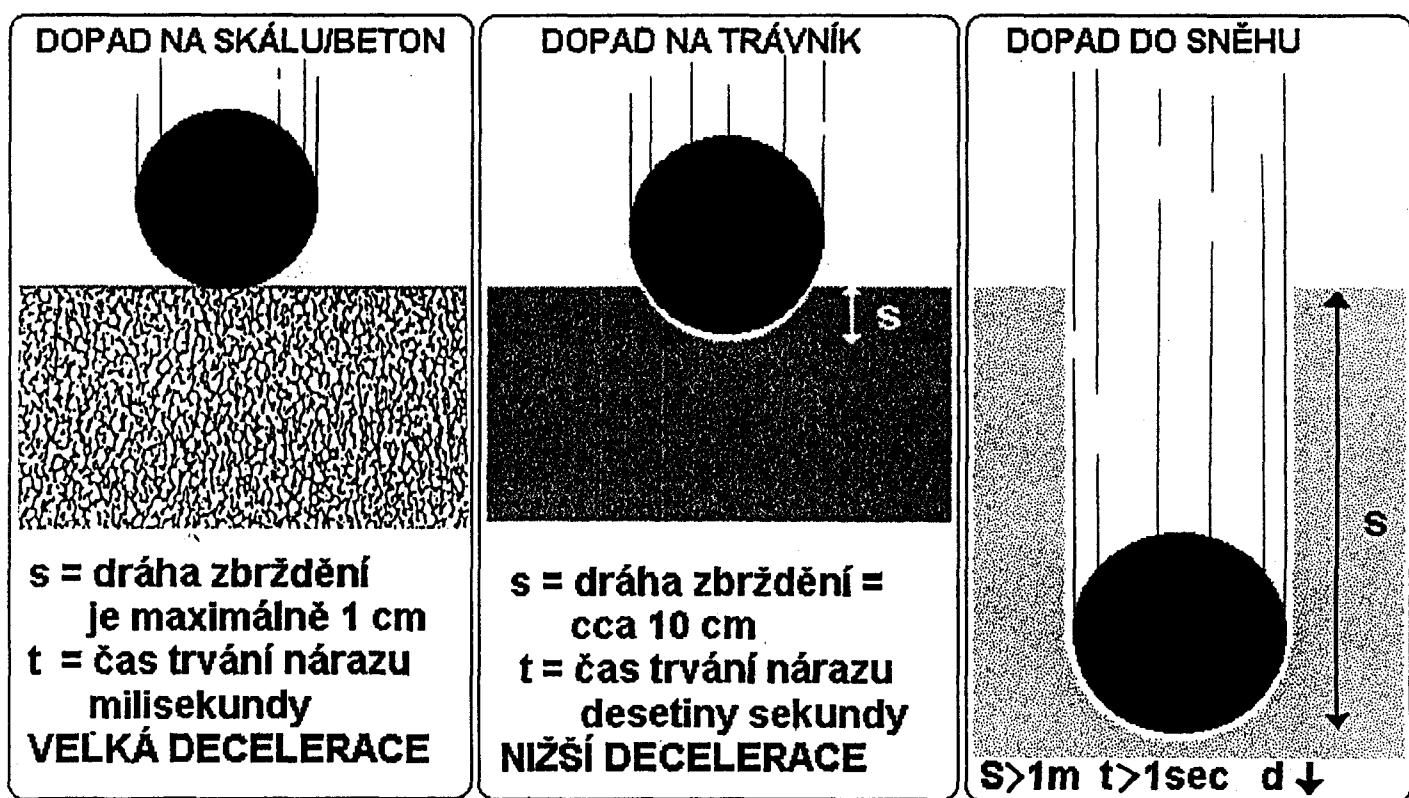
Logickým zjištěním vyplývajícím z úvah o dráze zbrždění je zjištění, že s ní souvisí doba trvání nárazu. Ve většině případů trvá 40 milisekund až 1 sekundu/J.ŠULC 1984/, avšak při dopadu na pevný podklad např. na skálu se zkracuje až na méně než $6 \cdot 10^{-4}$ s. Čas nárazu lze vypočítat dle vzorce:

$$t = 2 \cdot \frac{s}{v}$$

kde t - čas trvání nárazu
 s - brzdná dráha v materiálu/dráha zbrždění/
 v - průměrná rychlosť při nárazu

Pro naši praxi je důležité zjištění: čím měkčí místo dopadu tím delší dráha zbrždění a tím delší trvání nárazu, tím menší decelerace a tím menší destrukce tkání, ale bohužel též naopak...

Obr.č.7. Schema vlivu druhu podkladu tj. velikosti dráhy zbrždění



Poznatky o deceleraci mají však přímý praktický dopad na velikost traumatických změn v jednotlivých orgánech těla, které se vzájemně liší svojí strukturou. Velikost deceleračního násilí působícího na jednotlivé tělesné orgány je vyjádřena tzv. "kritickou hmotností". Kritická hmotnost orgánu tj. hmotnost orgánu násobená počtem "g" dosažených při deceleraci přímo koleruje s velikostí nárazové síly.

Obr.č.8 Rozdílnost přetížení jednotlivých orgánů během decelerace při prudkém nárazu/dle BEESON A.1971/

orgán	klidová hmotnost	decelerace		
		d=10g	d=40g	d=90g
		kritická hmotnost	kritická hmotnost	kritická hmotnost
slezina	0.25 kg	2.50 kg	10 kg	22.5 kg
srdce	0.35 kg	3.50 kg	14 kg	31.5 kg
plíce	0.60 kg	6.00 kg	24 kg	54 kg
mozek	1.50 kg	15 kg	60 kg	135 kg
játra	1.80 kg	18 kg	72 kg	162 kg
celé tělo	70 kg	700 kg	2800 kg	6300 kg

Uvědomíme-li si, že většina kinetické/pohybové/energie energie padající oběti se v okamžiku nárazu konvertuje na mechanickou energii destruující tělo oběti pádu a působící zlomeniny a ruptury vnitřních orgánů, pochopíme jak velký význam pro naše úvahy na místě nehody má správné posouzení o kolik mohlo dojít ke zmenšení decelerace /počtu "g"/ vlivem prodloužení dráhy zbrzدení a tím ke zmenšení energie nárazu působící na jednotlivé orgány různě závažně, jak vlivem anatomického uložení, tak vlivem struktury orgánu a jeho hmotnosti.

Závěrem je třeba upozornit na to jak velký vliv na faktor výšky pádu může mít faktor charakteru podkladu v místě dopadu. Tento vliv se může uplatnit jak ve smyslu negativní tak ve smyslu pozitivním ve vztahu k výsledné destrukci organismu.

Obr.č.8 Rozdílnost přetížení jednotlivých orgánů během decelerace při prudkém nárazu/dle BEESON A.1971/

orgán	klidová hmotnost	decelerace		
		d=10g	d=40g	d=90g
slezina	0.25 kg			
srdce	0.35 kg			
plíce	0.60 kg			
mozek	1.50 kg			
játra	1.80 kg			
celé tělo	70 kg			
		kritická hmotnost	kritická hmotnost	kritická hmotnost
		2.50 kg	10 kg	22.5 kg
		3.50 kg	14 kg	31.5 kg
		6.00 kg	24 kg	54 kg
		15 kg	60 kg	135 kg
		18 kg	72 kg	162 kg
		700 kg	2800 kg	6300 kg

Uvědomíme-li si, že většina kinetické/pohybové/energie energie padající oběti se v okamžiku nárazu konvertuje na mechanickou energii destruující tělo oběti pádu a působící zlomeniny a ruptury vnitřních orgánů, pochopíme jak velký význam pro naše úvahy na místě nehody má správné posouzení o kolik mohlo dojít ke zmenšení decelerace /počtu "g"/ vlivem prodloužení dráhy zbrzدení a tím ke zmenšení energie nárazu působící na jednotlivé orgány různě závažně, jak vlivem anatomického uložení, tak vlivem struktury orgánu a jeho hmotnosti.

Závěrem je třeba upozornit na to jak velký vliv na faktor výšky pádu může mít faktor charakteru podkladu v místě dopadu. Tento vliv se může uplatnit jak ve smyslu negativní tak ve smyslu pozitivním ve vztahu k výsledné destrukci organismu.

FAKTOR 3. VLIV POLOHY TĚLA V OKAMŽIKU DOPADU

Poloha těla v okamžiku dopadu určuje rozložení nárazové síly.

Tlak způsobený nárazem těla je možno vypočítat dle vzorce:

$$S = \frac{F}{A}$$

kde S - tlak způsobený nárazem

F - síla nárazu /určována hmotností oběti výškou pádu
druhem podkladu atd./

A - plocha /těla která je aktuálně v kontaktu
s místem dopadu/

Tlak způsobený nárazem těla je různý dle velikosti
plochy těla, která je aktuálně v kontaktu s podkladem
místa dopadu

Při dopadu na chodidla - je tlak rozložen na poměrně malé ploše
a proto je velká destrukce kostí a kloubů
dolních končetin

Při dopadu na bok - je plocha na níž tlak působí větší a roz-
ložení zátěže je příznivnější

Přesto nelze zjednodušit, že by bylo výhodnější dopadnout na
bok, neboť pro absorbcii mechanické energie při dopadu mají velký
význam klouby, chrupavky, vazky, šlachy a svaly. Čehož využívá
klasicky při dopadu parašutista snažící se primárně část
deceleračního násilí absorbovat klouby a svaly dolních končetin a
teprve sekundárně zvětšit plochu rozložení tlaku stočením na bok
či pozadí.

Na místě nehody je třeba si tedy uvědomit, že velikost
deceleračního násilí je určována hmotností padajícího objektu,
výškou pádu a strukturou podkladu v místě dopadu. Zatímco plocha
nárazu je určována orientací těla v okamžiku dopadu.

Z velké WARNEROVY studie je možné shrnout do tabulky, která
zranění se u určité dopadové polohy vyskytuje velmi často />40%/
a která se vyskytuje méně často /10-40%/.

FAKTOR 3. VLIV POLOHY TĚLA V OKAMŽIKU DOPADU

Poloha těla v okamžiku dopadu určuje rozložení nárazové síly.

Tlak způsobený nárazem těla je možno vypočítat dle vzorce:

$$S = \frac{F}{A}$$

kde S - tlak způsobený nárazem

F - síla nárazu /určována hmotností oběti výškou pádu
druhem podkladu atd./

A - plocha /těla která je aktuálně v kontaktu
s místem dopadu/

Tlak způsobený nárazem těla je různý dle velikosti
plochy těla, která je aktuálně v kontaktu s podkladem
místa dopadu

Při dopadu na chodidla - je tlak rozložen na poměrně malé ploše
a proto je velká destrukce kostí a kloubů
dolních končetin

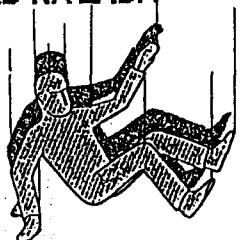
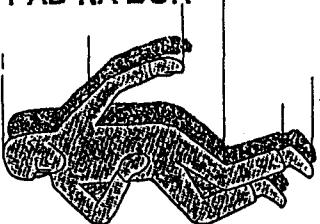
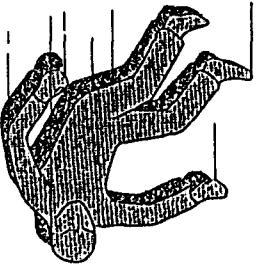
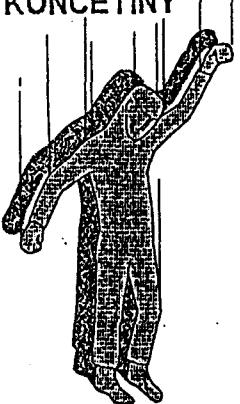
Při dopadu na bok - je plocha na níž tlak působí větší a roz-
ložení zátěže je příznivnější

Přesto nelze zjednodušit, že by bylo výhodnější dopadnout na
bok, neboť pro absorbcí mechanické energie při dopadu mají velký
význam klouby, chrupavky, vazky, šlachy a svaly. Čehož využívá
klasicky při dopadu parašutista snažící se primárně část
deceleračního násilí absorbovat klouby a svaly dolních končetin a
teprve sekundárně zvětšit plochu rozložení tlaku stočením na bok
či pozadí.

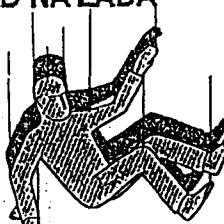
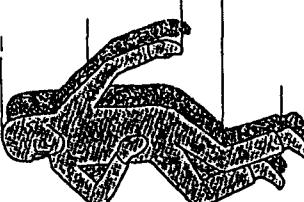
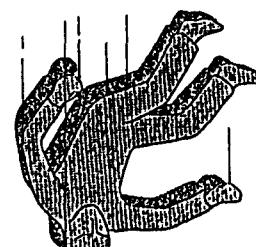
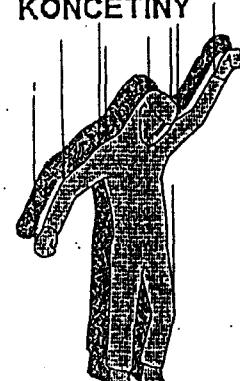
Na místě nehody je třeba si tedy uvědomit, že velikost
deceleračního násilí je určována hmotností padajícího objektu,
výškou pádu a strukturou podkladu v místě dopadu. Zatímco plocha
nárazu je určována orientací těla v okamžiku dopadu.

Z velké WARNEROvy studie je možné shrnout do tabulky, která
zřazení se u určité dopadové polohy vyskytuje velmi často />40%/
a která se vyskytuje méně často /10-40%/.
I

Obr. č. 9 Vliv orientace těla při dopadu a rozsah zranení
 /modifikována dle WARNER K.G. 1986/

ORIENTACE TĚLA PŘI DOPADU	úrazové následky VELMÍ ČASTÉ 40% a více	úrazové následky MÉNĚ ČASTÉ 10-40%
PÁD NA ZÁDA 	zlomeniny pánve zlomeniny páteře /LS-páteře a dolní Th-páteře/ nitrolební poranění poranění plic	zlomeniny horních končetin zlomeniny lebky poranění srdce, aorty ruptury jater
PÁD NA BOK 	zlomeniny horních končetin zlomeniny žeber poranění plic nitrolební poranění	poranění Th-páteře zlomeniny lebky ruptury ledvin
PÁD NA HLAVU 	zlomeniny lebky zlomeniny žeber nitrolební poranění	zlomeniny horních končetin poranění C-Th páteře poranění plic
PÁD NA DOLNÍ KONČETINY 	zlomeniny dolních končetin zlomeniny lebky nitrolební poranění	poranění páteře ruptury jater poranění plic poranění srdce

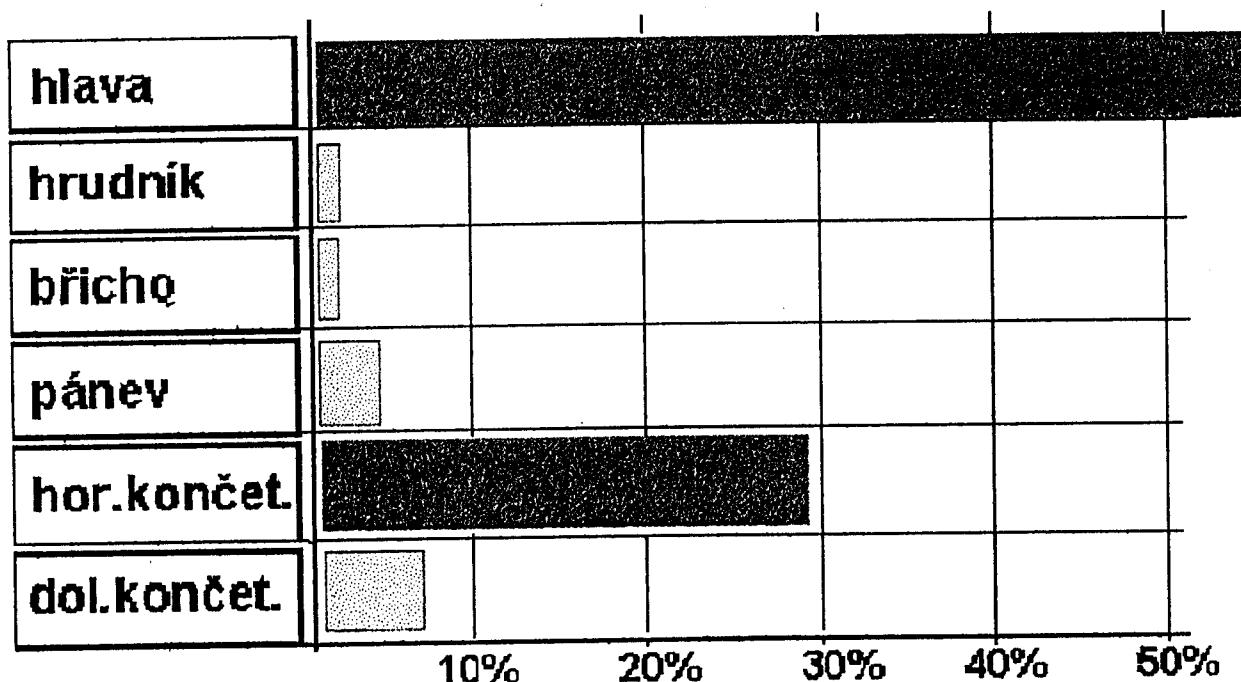
Obr. č. 9 Vliv orientace těla při dopadu a rozsah zranení
 /modifikována dle WARNER K.G. 1986/

ORIENTACE TĚLA PŘI DOPADU	úrazové následky VELMÍ ČASTÉ 40% a více	úrazové následky MÉNĚ ČASTÉ 10-40%
PÁD NA ZÁDA 	zlomeniny pánve zlomeniny páteře /LS-páteře a dolní Th-páteře/ nitrolební poranění poranění plic	zlomeniny horních končetin zlomeniny lebky poranění srdce, aorty ruptury jater
PÁD NA BOK 	zlomeniny horních končetin zlomeniny žeber poranění plic nitrolební poranění	poranění Th-páteře zlomeniny lebky ruptury ledvin
PÁD NA Hlavu 	zlomeniny lebky zlomeniny žeber nitrolební poranění	zlomeniny horních končetin poranění C-Th páteře poranění plic
PÁD NA DOLNÍ KONČETINY 	zlomeniny dolních končetin zlomeniny lebky nitrolební poranění	poranění páteře ruptury jater poranění plic poranění srdce

FAKTOR 4. VLIV VĚKU NA POVAHU ZRANĚNÍ PŘI PÁDU Z VÝŠE

Pokud se u dospělých pohybovala četnost zranění hlavy mezi 20-30% s narůstajícím výskytem při výšce pádu nad 7 metrů, tak u dětí, zvláště malých je **kraniocerebrální poranění dominantním zraněním při pádu z výše**, s výskytem **56%**. Vysvětlením je relativně větší hmotnost hlavičky oproti tělísčku, měnící polohu během volného pádu a dopadu. Druhým nejčastějším zraněním malých dětí při pádech z výše jsou zlomeniny horních končetin, což odpovídá zraněním provázejícím dle WARNEROvy studie orientaci těla při dopadu hlavou dolů /viz výše/

Obr. č. 10 Četnost zranění jednotlivých částí těla po pádu dětí z průměrné výše 7 m



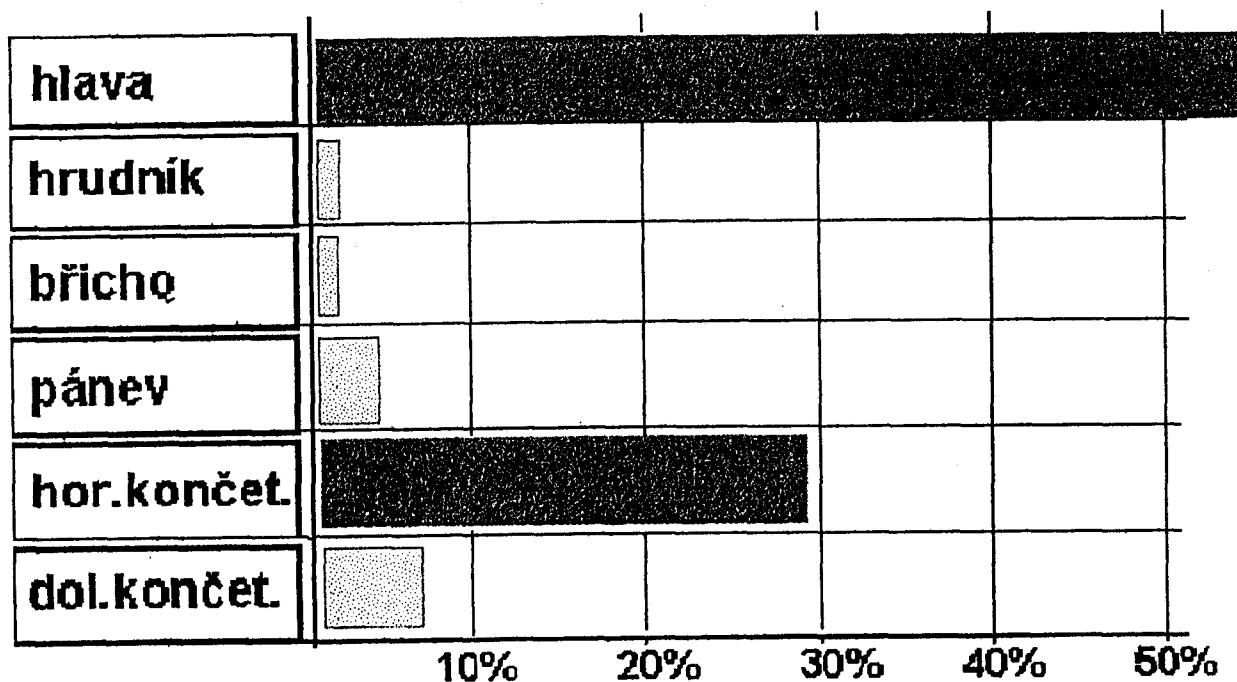
Dle studie Warnera byly zjištěny tyto zranění:

- krytá poranění hlavy 27%
- zlomeniny lebečních kostí 24%
- subdurální hematom 3%
- epidurální hematom 1,4%
- zlomeniny obličejových kostí 6%

FAKTOR 4. VLIV VĚKU NA POVAHU ZRANĚNÍ PŘI PÁDU Z VÝŠE

Pokud se u dospělých pohybovala četnost zranění hlavy mezi 20-30% s narůstajícím výskytem při výšce pádu nad 7 metrů, tak u dětí, zvláště malých je **kraniocerebrální poranění dominantním zraněním při pádu z výše**, s výskytem **56%**. Vysvětlením je relativně větší hmotnost hlavičky oproti tělíčku, měnící polohu během volného pádu a dopadu. Druhým nejčastějším zraněním malých dětí při pádech z výše jsou zlomeniny horních končetin, což odpovídá zraněním provázejícím dle WARNEROvy studie orientaci těla při dopadu hlavou dolů /viz výše/

Obr. č. 10 Četnost zranění jednotlivých částí těla po pádu dětí z průměrné výšce 7 m



Doplňkový význam pro zranění hlavy u dětí

- krytá poranění hlavy 27%
- zlomeniny lebečních kostí 24%
- subdurální hematom 3%
- epidurální hematom 1,4%
- zlomeniny obličejových kostí 6%

Druhou oblastí v problematice pádu dětí je otázka závažnosti zranění batolat a dětí do tří let věku. Někteří autoři totiž popisují těžká a fatální zranění batolat a malých dětí po pádu již z výšky 1.5 metru, vzácně již z výšky 35 cm

Shrnutím výsledků WILLIAMS /1991/ do tabulky na následující stráně je možno konstatovat, že

Batola a malé děti jsou relativně resistentnější na pád z výše. Až do výšky 3.5m tj. I. patro nezpůsobily životohrožící zranění /WILLIAMS 1991/

Druhým závěrem pro praxi na místě nehody je zjištění, že

Dominantním zraněním malých dětí po pádu z výše 7m je kraniocerebrální poranění /56%/ a zlomeniny horních končetin /29%/

Třetím závěrem důležitým pro praxi na místě nehody je konstaování

Pokud u pádu z výše cca 7 m utrpí 60-70% dospělých pacientů poranění páteře, tak u malých dětí je výskyt poranění páteře po pádu z této výše pouze 3 %

Přesto dle současných traumatologických doporučení u každého úrazového násilí působícího na hlavu předpokládáme přetížení krční páteře a na místě nehody vždy dle možnosti co nejdůsledněji krční páteř fixujeme /vhodným dětským fixačním límcem, podtlakovou matrací a fixací hlavy popruhem či náplastí přes čelo /

FAKTO 5. ZVLÁŠTNÍ FAKTORY

Vzhledem k již zmíněné skutečnosti, že během dopadu je část deceleračního násilí pružností kloubů přenesena na chrupavky, vazby, šlachy a absorbována svaly, nejsou pro rozsah výsledných úrazových následků zanedbatelné vlivy snižující svalový tonus / u sebevražedných pokusů častý alkohol a benzodiazepiny/ ani vlivy zvyšující svalový tonus /pád epileptika během záchvatu či pád podchlazeného/.

Do kategorie zvláštních faktorů si dovolím zahrnout také riziko modního jumpingu. Jde vlastně o formu rádoby kontrolovaného volného pádu. Jeho nebezpečí nespočívá v hrozivě vypadajícím primárném pádu /je-li správně stanovena hmotnost odvážlivce a výška skoku/ neboť vysoká kinetická energie je absorbována pružností závěsu, ale v sekundárních zpětných výskocích a pádech /je jich 2-3/, kdy může dojít k ovinutí lana kolem krku či trupu, změně polohy těla s následným zraněním krční páteře a struktur přední strany krku /hrtanu a tepen/. V této fázi může dojít ke kontuzi krční míchy s rozvojem typického kvadruplegického syndromu na úrovni C7-C8.

Druhou oblastí v problematice pádu dětí je otázka závažnosti zranění batolat a dětí do tří let věku. Někteří autoři totiž popisují těžká a fatální zranění batolat a malých dětí po pádu již z výšky 1.5 metru, vzácně již z výšky 35 cm

Shrnutím výsledků WILLIAMSe /1991/ do tabulky na následující stráně je možno konstatovat, že

Batola a malé děti jsou relativně resistentnější na pád z výše. Až do výšky 3.5m tj. I. patro nezpůsobily životohrožící zranění /WILLIAMS 1991/

Druhým závěrem pro praxi na místě nehody je zjištění, že

Dominantním zraněním malých dětí po pádu z výše 7m je kraniocerebrální poranění /56%/ a zlomeniny horních končetin /29%/

Třetím závěrem důležitým pro praxi na místě nehody je konstaování

Pokud u pádu z výše cca 7 m utrpí 60-70% dospělých pacientů poranění páteče, tak u malých dětí je výskyt poranění páteče po pádu z této výše pouze 3 %

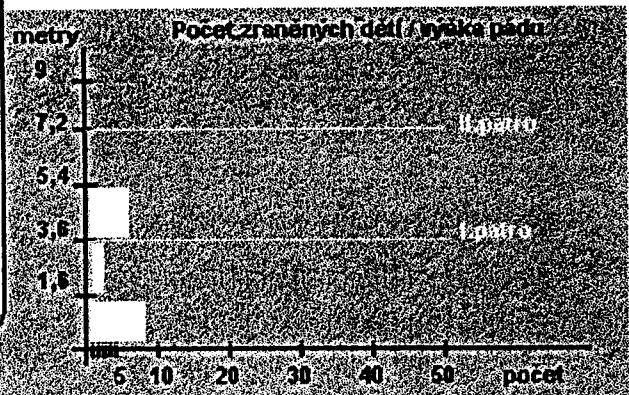
Přesto dle současných traumatologických doporučení u každého úrazového násilí působícího na hlavu předpokládáme přetížení krční páteče a na místě nehody vždy dle možností co nejdůsledněji krční páteř fixujeme /vhodným dětským fixačním límcem, podtlakovou matrací a fixací hlavy popruhem či náplastí přes čelo /

FAKTO 5. ZVLÁŠTNÍ FAKTORY

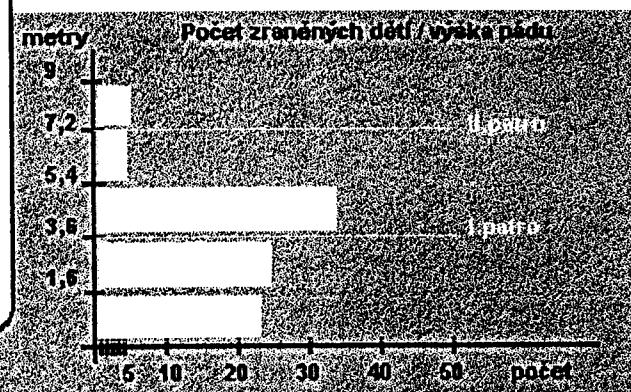
Vzhledem k již zmíněné skutečnosti, že během dopadu je část deceleračního násilí pružností kloubů přenesena na chrupavky, vazy, šlachy a absorbována svaly, nejsou pro rozsah výsledných úrazových následků zanedbatelné vlivy snižující svalový tonus / u sebevražedných pokusů častý alkohol a benzodiazepiny/ ani vlivy zvyšující svalový tonus /pád epileptika během záchvatu či pád podchlazeného/.

Do kategorie zvláštních faktorů si dovolím zahrnout také riziko modního jumpingu. Jde vlastně o formu rádoby kontrolovaného volného pádu. Jeho nebezpečí nespočívá v hrozivě vypadajícím primárném pádu /je-li správně stanovena hmotnost odvážlivce a výška skoku/ neboť vysoká kinetická energie je absorbována pružností závěsu, ale v sekundárních zpětných výskocích a pádech /je jich 2-3/, kdy může dojít k ovinutí lana kolem krku či trupu, změně polohy těla s následným zraněním krční páteče a struktur přední strany krku /hrtanu a tepen/. V této fázi může dojít ke kontuzi krční míchy s rozvojem typického kvadruplegického syndromu na úrovni C7-C8.

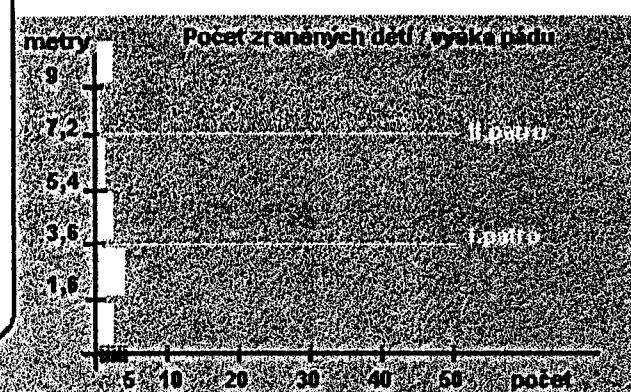
15%
nezraněno



72%
lehké
zranění
-zhmoždění
-oděrky
-řezné rány
-oj.zlomeniny



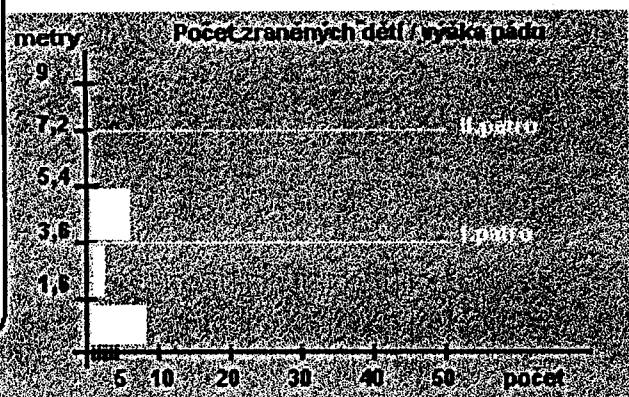
14%
těžké
zranění
-intrakraniální hematom.
-kontuze a edém moz.
-vpáčené zlom.kalvy
-ruptury orgánů
-tříštivé zlomeniny



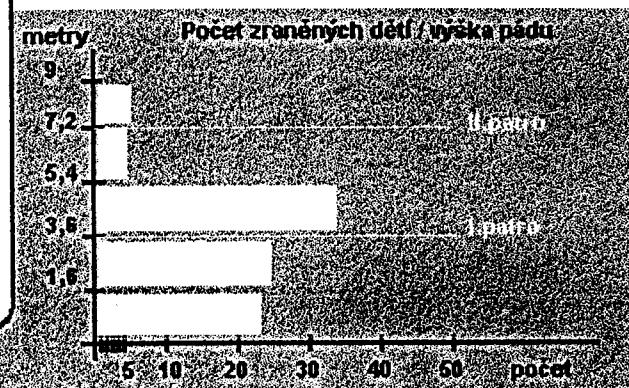
1%
zemřelo
pád z výše
20 m

Obr. č. 11 Vyhodnocení závažnosti zranění batolat a malých dětí po pádu z výše /modif.dle WILLIAMS 1991/

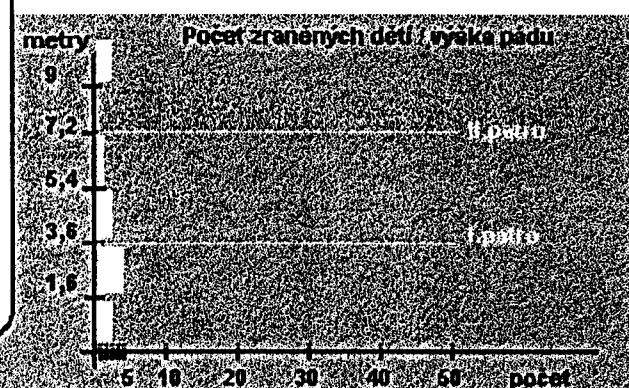
15%
nezraněno



72%
lehké
zranění
-zhmoždění
-oděrky
-řezné rány
-oj.zlomeniny



14%
těžké
zranění
-intrakraniální hemat.
-kontuze a edém moz.
-vpáčené zlom.kalvy
-ruptury orgánů
-tříštivé zlomeniny



1%
zemřelo
pád z výše
20 m

Obr. č. 11 Vyhodnocení závažnosti zranění batolat a malých dětí po pádu z výše /modif.dle WILLIAMS 1991/

POZNATKY PRO PRAXI

Do tohoto odstavce bych rád heslovitě sruhnul poznatky, které nelze statisticky vyhodnocovat, ale jsou důležité pro vaši rychlou orientaci na místě nehody:

- nejčastější příčinou úmrtí na místě nehody po pádu z výše je u dospělých pacientů **kraniocerebrální poranění**
- 80% pacientů s polytraumatem po pádu z výše utrpí **kranio-cerebrální poranění s méně nebo více vyjádřeným otokem mozků**
- u dospělých pacientů s poraněním hrudníku po pádu z velké výše dochází často k rozvoji pneumothoraxu, ale jenom méně než polovina z nich má na téže straně zlomeninu žeber.
Příčina vzniku pneumothoraxu bez zlomenin žeber je spatočována v tom, že prudké decelerační násilí na vzduchem naplněnou plící způsobí určitý druh barotraumatu s trhlinami v plicním parenchymu.
- dle Robertsona se vzduch může šířit podél cév do plicního hilu a přes pneumomediastinum vyvolat pneumothorax. Tato these by objasňovala skutečnost, že k rozvoji pneumothoraxu dochází často až 12-24 hodin po úrave
- u pádu z výše je třeba předpokládat **tupé poranění hrudníku s kontuzí plíce a risikem rozvoje následného pneumothoraxu**
- přestože u horizontálního deceleračního násilí při dopravních nehodách představuje poranění nitrobřišních orgánů častou životohrožující komplikaci, při vertikálním deceleračním traumatu při pádu z výše je četnost překvapivě nižší dle SCALEA cca 9-10%
Tupé poranění břicha není tedy typickým zraněním po pádu z výše.
- naproti tomu **poranění bederní páteře provází pád dospělého z výše zcela typicky** dle SCALEA 86% dle REYNOLDS 87%. Nejčastěji je zraňována oblast Th-L přechodu
- zlomeniny pánevní jsou typické pro pády s nárazem v poloze v polosedě s páneví jako nejnižším bodem
- zlomeniny horních končetin postihují každého třetího pacienta po pádu z výše bez ohledu na věk, jsou způsobeny buďto pasivním nárazem nebo pokusem o obranný pohyb
- zlomeniny dolní končetin postihují každého druhého dospělého pacienta po pádu z výše s nejčastější lokalitou v oblasti patních kostí

POZNATKY PRO PRAXI

Do tohoto odstavce bych rád heslovitě srhnul poznatky, které nelze statisticky vyhodnocovat, ale jsou důležité pro vaši rychlou orientaci na místě nehody:

- nejčastější příčinou úmrtí na místě nehody po pádu z výše je u dospělých pacientů **kraniocerebrální poranění**
- 80% pacientů s polytraumatem po pádu z výše utrpí **kranio-cerebrální poranění s méně nebo více vyjádřeným otokem mozku**
- u dospělých pacientů s poraněním hrudníku po pádu z velké výše dochází často k rozvoji pneumothoraxu, ale jenom méně než polovina z nich má na téže straně zlomeninu žeber.
Příčina vzniku pneumothoraxu bez zlomenin žeber je spartována v tom, že prudké decelerační násilí na vzdutém naplněnou plící způsobí určitý druh barotraumatu s trhlinami v plicním parenchymu.
- dle Robertsona se vzduch může šířit podél cév do plicního hilu a přes pneumomediastinum vyvolat pneumothorax. Tato these by objasňovala skutečnost, že k rozvoji pneumothoraxu dochází často až 12-24 hodin po úraze
- u pádu z výše je třeba předpokládat tupé poranění hrudníku s kontuzí plíce a risikem rozvoje následného pneumothoraxu
- přestože u horizontálního deceleračního násilí při dopravních nehodách představuje poranění nitrobřišních orgánů častou životohrožující komplikaci, při vertikálním deceleračním traumatu při pádu z výše je četnost překvapivě nižší dle SCALAE cca 9-10%
Tupe poranění břicha není tedy typickým zraněním po pádu z výše.
- naproti tomu **poranění bederní páteře** provází pád dospělého z výše zcela typicky dle SCALAE 86% dle REYNOLDS 87%. Nejčastěji je zraňována oblast Th-L přechodu
- zlomeniny pánevní jsou typické pro pády s nárazem v poloze v polosedě s páneví jako nejnižším bodem
- zlomeniny horních končetin postihují každého třetího pacienta po pádu z výše bez ohledu na věk, jsou způsobeny buďto pasivním nárazem nebo pokusem o obranný pohyb
- zlomeniny dolní končetin postihují každého druhého dospělého pacienta po pádu z výše s nejčastější lokalitou v oblasti patních kostí

- lepší odolnost na pád z výše je pozorována u opilých a sebevrahů, což se vysvětluje relaxací, neboť sebevražedný pokus vyřešením těžké depresivní situace a přináší definitivní uvolnění

Pravěpodobně mezi těmito praktickými poznatky postrádáte údaj o četnosti výskytu poranění srdce a aorty. Dosavadní rozbor se totiž opíral úmyslně o studie hodnotící soubor pacientů, kteří primárně přežili pád z výše. Poranění srdce a aorty dominuje v souborech těch, kteří primárně nepřežili.

Místem s největší kumulací této smutné bilance pádů z velké výše je nesporně GOLDEN GATE BRIDGE v San Franciscu od jeho postavení v roce 1937 do roku 1977 bylo dokumentováno 720 pádů do vody z výše 75 m tohoto mostu.

Dle LUKAS přežilo díky pomalému zbrždění ve vodě a díky příznivé poloze 15 pacientů /2%/ pád z výše 75 m s vypočítanou nárazovou rychlostí 120 km/hod, jeden dokonce zcela nezraněn. Bohužel ostatní údaje ze statistiky těch co nepřežili jsou již méně příznivé /odpovídají velkému deceleračnímu násilí/:

ruptury plicního parenchymu.....	80%
nitrobřišní poranění.....	85%
ruptura jater.....	80%
ruptura myokardu.....	19%
ruptura aorty.....	22%
poranění ledvin.....	8%
mozkolebeční poranění.....	42%

Předpokladem přežití pádu do vody z tak velké výše je dopad ve zcela kolmé poloze na hladinu nohama napřed, neboť bylo změřeno, že při nárazové rychlosti 87.5km/hod v kolmé poloze se dosáhne nárazem na hladinu přetížení 43 g zatímco po dopadu na záda decelerace vzroste na 300 g. /ŠULC 1984/. Kritické hmotnosti vnitřních orgánů po takové deceleraci přesáhnou hranici mechanické odolnosti vnitřních orgánů.

- lepší odolnost na pád z výše je pozorována u opilých a sebevrahů, což se vysvětluje relaxací, neboť sebevražedný pokus vyřešením těžké depresivní situace a přináší definitivní uvolnění

Pravěpodobně mezi těmito praktickými poznatky postrádáte údaj o četnosti výskytu poranění srdce a aorty. Dosavadní rozbor se totiž opíral úmyslně o studie hodnotící soubor pacientů, kteří primárně přežili pád z výše. Poranění srdce a aorty dominuje v souborech těch, kteří primárně nepřežili.

Místem s největší kumulací této smutné bilance pádů z velké výše je nesporně GOLDEN GATE BRIDGE v San Franciscu od jeho postavení v roce 1937 do roku 1977 bylo dokumentováno 720 pádů do vody z výše 75 m tohoto mostu.

Dle LUKAS přežilo díky pomalému zbrzdení ve vodě a díky příznivé poloze 15 pacientů /2%/ pád z výše 75 m s vypočítanou nárazovou rychlostí 120 km/hod, jeden dokonce zcela nezraněn. Bohužel ostatní údaje ze statistiky těch co nepřežili jsou již méně příznivé /odpovídají velkému deceleračnímu násilí/:

ruptury plicního parenchymu.....	80%
nitrobřišní poranění.....	85%
ruptura jater.....	80%
ruptura myokardu.....	19%
ruptura aorty.....	22%
poranění ledvin.....	8%
mozkolebeční poranění.....	42%

Předpokladem přežití pádu do vody z tak velké výše je dopad ve zcela kolmé poloze na hladinu nohama napřed, neboť bylo změřeno, že při nárazové rychlosti 87.5km/hod v kolmé poloze se dosáhne nárazem na hladinu přetížení 43 g zatímco po dopadu na záda decelerace vzroste na 300 g. /ŠULC 1984/. Kritické hmotnosti vnitřních orgánů po takové deceleraci přesáhnou hranici mechanické odolnosti vnitřních orgánů.

ZÁVĚR

Formulaci několika vět na závěr ovlivnila vaše diskuse na konci přednášky, v níž jste se ptali na konkrétní podobu činnosti lékaře na místě nehody.

Jistě si vzpomenete, že jsme se k této otázce obraceli již při prvních seminářích, kdy jsme činnost lékaře dělili na primární vyšetření a následné cílené tělesné vyšetření, abychom za dva roky doplnili konkrétní podobu čtyř základních pilířů neodkladné péče na místě nehody /1. léčba poruch oběhu, 2. léčba poruch dýchání 3. analgesie, 4. fixace a ošetření ran/. Naše představa o nutnosti určitého vyšetřovacího a léčebného schematu na místě nehody, nazvaná v přednášce o poranění páteře *algoritmem* byla potvrzena současným trendem záchranářství doporučujícím postupovat dle jasné formulovaného vyšetřovacího a léčebného algoritmu závazného pro jednotlivé úrazové i neúrazové stavy, neboť tento postup minimalisuje možnost přehlédnutí vážných zranění a usnadňuje pokračování následné léčby.

Pokusím se tedy zformulovat *algoritmus* neodkladné péče o zraněného po pádu z výše čili s podezřením na mnohočetné poranění. Bohužel nelze v tomto algoritmu zohledňovat vaše aktuální léčebné a diagnostické možnosti, které se budou lišit dle toho zda budete na výjezdu jako člen posádky vozu RLP či náhodným svědkem s omezeným vybavením. Detailní podobu algoritmu si každý formuluje sám na základě vlastních zkušeností, poznatků a dovedností.

ZÁVĚR

Formulaci několika vět na závěr ovlivnila vaše diskuse na konci přednášky, v níž jste se ptali na konkrétní podobu činnosti lékaře na místě nehody.

Jistě si vzpomenete, že jsme se k této otázce obraceli již při prvních seminářích, kdy jsme činnost lékaře dělili na primární vyšetření a následné cílené tělesné vyšetření, abychom za dva roky doplnili konkrétní podobu čtyř základních pilířů neodkladné péče na místě nehody /1. léčba poruch oběhu, 2. léčba poruch dýchání 3. analgesie, 4. fixace a ošetření ran/. Naše představa o nutnosti určitého vyšetřovacího a léčebného schematu na místě nehody, nazvaná v přednášce o poranění páteře *algoritmem* byla potvrzena současným trendem záchranářství doporučujícím postupovat dle jasné formulovaného vyšetřovacího a léčebného algoritmu závazného pro jednotlivé úrazové i neúrazové stavy, neboť tento postup minimalisuje možnost přehlédnutí vážných zranění a usnadňuje pokračování následné léčby.

Pokusím se tedy zformulovat *algoritmus* neodkladné péče o zraněného po pádu z výše čili s podezřením na mnohočetné poranění. Bohužel nelze v tomto algoritmu zohledňovat vaše aktuální léčebné a diagnostické možnosti, které se budou lišit dle toho zda budete na výjezdu jako člen posádky vozu RLP či náhodným svědkem s omezeným vybavením. Detailní podobu algoritmu si každý formuluje sám na základě vlastních zkušeností, poznatků a dovedností.

ALGORITMUS I.

Primární vyšetření / ošetření na místě nehody

○ Během dosažení místa nehody + první pohled

- získat představu o úrazovém mechanismu
- zvážit rozhodující faktory /výška,druh podkladu,poloha při dopadu,věk,příp.další/
- údaje svědků,příčina pádu

- zabezpečení místa nehody

ano

ne !

- zvážit příp.přivolání letecké nebo horské záchranné služby

○ Po dosažení místa nehody

zhodnocení stavu vitálních funkcí

oběh

dýchání

vědomí

PRIMÁRNĚ STABILNÍ

periferní žilní přístup
startovací infúze

PRIMÁRNĚ NESTABILNÍ

nalezneme-li :
GLASGOW C.SCALE pod 10
dechovou frekvencí <10 nebo> 30
TK systol. pod 90 mmHg
kapilární návrat > 2 sec

anamnéza +
+ cílené tělesné
vyšetření
/skaniokaudálně/

1. uvolnění dýchacích cest
2. periferní žilní přístupy
1000 ml R1/1 za 10 min.
nebo Tensiton
3. analgosedace-intubace
4. řízená ventilace

podezření na
spinální trauma

ošetření jednotlivých
zranění

ALGORITMUS II.

kontrola stavu vitálních funkcí

SEKUNDÁRNĚ STABILNÍ

transport

SEKUNDÁRNĚ NESTABILNÍ

krvácení:- intrakraniální
- intraabdominální
- intratorakální

ALGORITMUS I.

Primární vyšetření / ošetření na místě nehody

○ Během dosažení místa nehody + první pohled

- získat představu o úrazovém mechanismu
- zvážit rozhodující faktory /výška,druh podkladu,poloha při dopadu,věk,příp.další/
- údaje svědků,příčina pádu

- zabezpečení místa nehody

ano

ne

- zvážit příp.přivolání letecké nebo horské záchranné služby

○ Po dosažení místa nehody

zhodnocení stavu vitálních funkcí

oběh | dýchání | vědomí

PRIMÁRNĚ STABILNÍ

periferní žilní přístup
startovací infúze

anamnéza +
+ cílené tělesné
vyšetření
/kraniokaudálně/

podezření na
spinální trauma

ošetření jednotlivých
zranění

PRIMÁRNĚ NESTABILNÍ

nalezneme-li :
GLASGOW C.SCALE pod 10
dechovou frekvenci <10 nebo > 30
TK systol. pod 90 mmHg
kapilární návrat > 2 sec

1. uvolnění dýchacích cest
2. periferní žilní přístupy
1000 ml R1/1 za 10 min.
nebo Tensiton
3. analgosedace-intubace
4. řízená ventilace

ALGORITMUS II.

kontrola stavu vitálních funkcí

SEKUNDÁRNĚ STABILNÍ

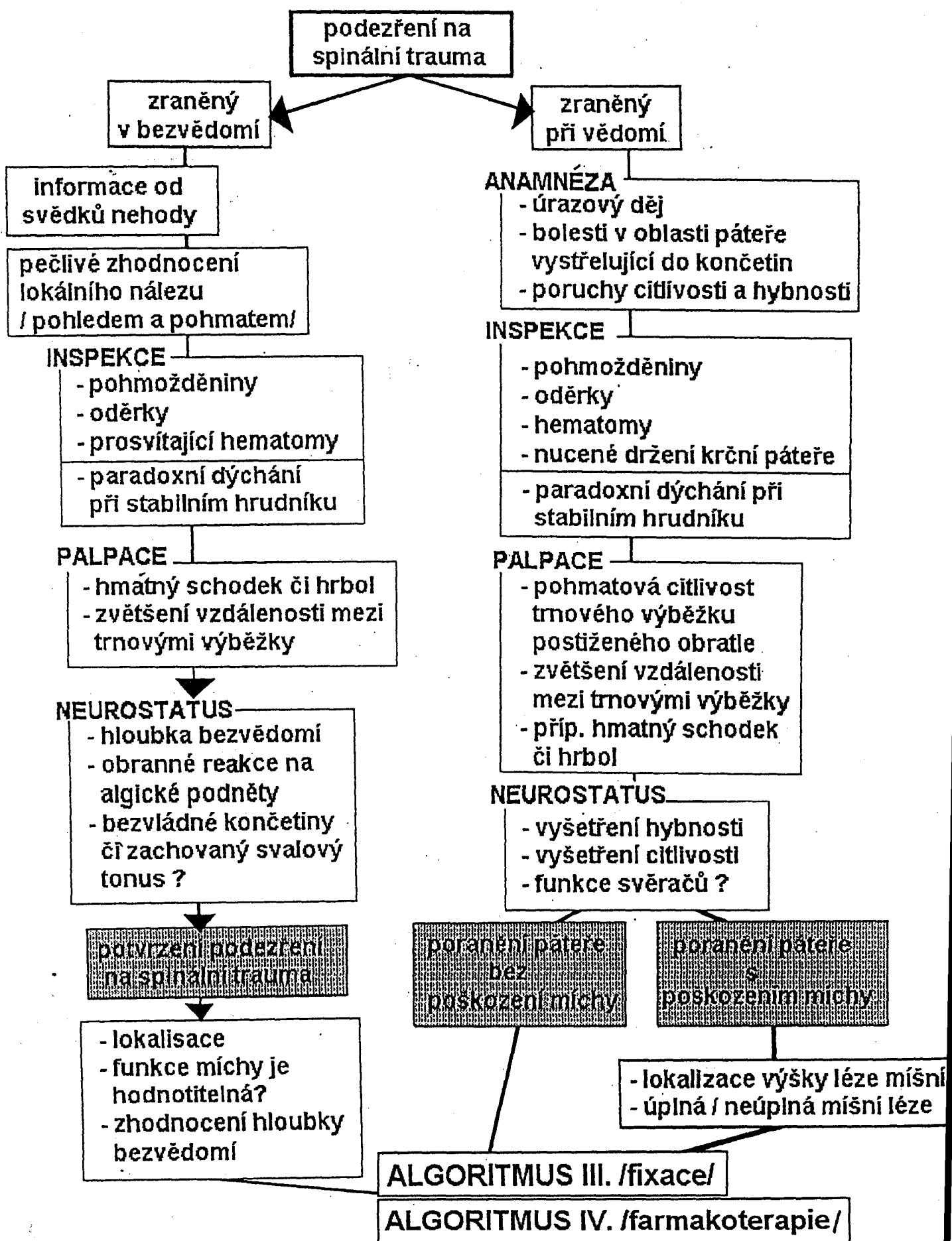
transport

SEKUNDÁRNĚ NESTABILNÍ

krvácení:- Intrakraniální
- intraabdominální
- intratorakální

ALGORITMUS II.

Cílené vyšetření při podezření na spinální trauma



ALGORITMUS II.

Cílené vyšetření při podezření na spinální trauma

