

## 8. BIOMECHANIKA A TECHNIKA ALPSKÝCH DISCIPLÍN

*Vilém PODEŠVA & Ludvík VACEK*

<i>Obsah</i>	<i>strana</i>
<b>Úvod</b> .....	2
<b>8.1 BIOMECHANIKA</b> .....	2
<b>8.2 APLIKACE BIOMECHANICKÝCH PRINCIPŮ DO SOUČASNÉ TECHNIKY AD V ČR</b> .....	3
<b>8.3 ZÁKLADNÍ PRINCIPY JAKO STAVEBNÍ KAMENY BUDOVÁNÍ TECHNIKY</b> .....	4
<b>8.4 DOPORUČENÉ PRVKY PRO VYTVÁŘENÍ SPRÁVNÝCH NÁVYKŮ</b> .....	4
<b>8.5 SPRÁVNÁ TECHNIKA – nejlepší garance proti úrazům a trvalým následkům</b> .....	6
<i>Referenční seznam</i> .....	10

## Úvod

Tuto kapitolu textů je v současnosti (rok 2020) nutno považovat za zásadní. Je myšlena zejména pro budoucnost, protože naše současnost je, pokud jde o techniku jízdy, plná rozporů, nepochopení a zavírovaná špatnými návyky. Nemá proto význam tuto současnost popisovat. Nicméně krátký pohled do minulých let, již od přelomu století, prokazuje chybnost orientace na zastaralé (staromódní) prvky, přijaté navzdory tomu, že v tu dobu už začaly pronikat do praktického závodního projevu nové moderní a vědecky doložené poznatky. Dokladem jsou naše výsledky na MSJ v posledních 10 letech se stagnací, spíše ale propadem naší úrovně - na MSJ proto, že to je nejen výsledek práce a výkonnostní úrovně v mládežnických a žákovských kategoriích, ale protože to je křížovatka buď do vrcholové úrovně nebo na vedlejší tj. slepou kolej. Při tom je třeba si uvědomit, že na nepočtených vynikajících výsledcích v kategorii žen jako umístění na MS, ZOH, má jen nepatrnou zásluhu úsek AD, její metodická komise, a že bez rodinných týmů by tyto výsledky nebyly. A také, že i někteří další závodníci a závodnice se museli přeorientovat na zahraniční trenérské zajištění.

Tento fakt si musíme přiznat a z tohoto hlediska musíme pohlížet na náš další rozvoj a chápat danou problematiku pod jinými zornými úhly. Chceme-li tedy vyjít z ukázek a pohybových demonstrací těch nejlepších a tedy správně analyzovat jejich techniku, pak se bez pochopení biomechanických základů neobejdeme.

Text této kapitoly není prezentací odborného textu lékařsko-fyzioterapeutického. Jeho informativním charakterem sleduje snadnější porozumění dané problematiky. Na jednom místě nabízí aktuálně dostupné informace o možných potížích pohybového aparátu specifických pro alpské disciplíny.

## 8.1 BIOMECHANIKA

Připomeňme si nejprve, jak ji charakterizuje náš přední biomechanik prof. František Vaverka:

*„Jedná se o hraniční vědeckou disciplínu, která vychází z biologického základu, jehož základem je morfologická a funkční podstata pohybového systému člověka a matematicko-fyzikální pohled na jeho činnost. Nepochopení biomechanických zákonitostí je zásadní překážkou jejich aplikace do praxe“.*

Naopak pochopení těchto zákonitostí je podmínkou pro dynamickou analýzu techniky jak ukázkových demonstrací světových závodníků - jimiž se chceme řídit - tak i pro rozbor pohybových projevů vlastních svěřenců.

Klíčové pojmy, jak je uvádí prof. Vaverka:

- Pohybový systém lidského těla, který má svou soustavu vnějších a vnitřních sil:
  - pasivní prvky - kosti, svaly, vazy, chrupavky, tkáň
  - subsystém - centrální a periferní nervový systém
  - subsystémy zajišťující biologickou existenci ( dýchací, oběhový, trávicí).
- Model lidského těla – soustava hmotných segmentů – 14 prvků, jeden z nich je:
- těžiště těla – teoretický hmotný bod, kterým prochází výslednice všech tíhových sil, působících na jednotlivé elementy těla. V určitých polohách se může těžiště těla nacházet mimo vlastní tělo. Příkladem v alpských disciplínách je právě to, že vzhledem k poměrně velké hmotnosti lyží a obuvi je těžiště celé soustavy, společné pro pohybový systém, jinde než těžiště těla.

## 8.2 APLIKACE BIOMECHANICKÝCH PRINCIPŮ DO SOUČASNÉ TECHNIKY AD V CZE

Jak už je uvedeno v 1. kapitole textů – je nejprve nutno vyjmenovat a opravit všechny u nás nejasné a stále přetrvávající výklady. Zdůrazňujeme, že jde závodní pojetí AD a nikoliv o základní výcvik. Níže uvedené revidované (přezkoumané, přehodnocované) pojmy (*tab. 1*) jsou výsledkem nesčetných terénních pozorování, expertíz a ověřování v odborné literatuře.

*Tabulka 1: Základní pojmy, termíny*

č	Změna základních pojmů techniky AD v CZE
	<b>FÁZE OBLOUKU</b>
1.	Oblouk při souvislé tedy navazované jízdě má dvě - nikoliv tři - fáze In. Vaverka, F.: Kinetická analýza oblouku a Grafické znázornění silových změn
2.	<b>NAVAZOVÁNÍ OBLOUKŮ</b> Jedná se o moment, kdy přestane působit tlak vnitřní hrany původní vnější lyže a začne působit tlak do vnitřní hrany vnější lyže následujícího oblouku. Pro zjednodušení: je to přechod od směru jízdy ke svahu do směru jízdy od svahu. Tento moment je velice krátký a nelze do něj "vměstnat" vertikální vyšínutí těžiště, pluhové postavení lyží nebo jednostranný přívrat apod.
3.	<b>AVALEMENT</b> Základní a zásadní proces, kdy dochází k uvolnění lyží od podložky za účelem jejich rychlého přemístění do nového směru. Rozsah tohoto přemístění určuje velikost úhlu změny směru a závisí na momentální situaci (stavba tratě). Toto uvolnění, které je řešeno zvedáním kolen k hrudníku, může být provedeno pasivně (jednoduché uvolnění extenzorů, u nás často považované za vertikální pohyb těžiště) nebo aktivně, kdy se vertikálně zvedají lyže, ale nikoliv těžiště.
4.	<b>NE VERIKÁLNÍMU VYŠINUTÍ TĚŽIŠTĚ</b> Vertikální vyšínutí těžiště znamená ztrátu rovnováhy, zvláště při spojování oblouků
5.	<b>ZÁKLADNÍ ZÁVODNÍ POSTOJ</b> Úloha postavení lopaty pánve v zadní verzi, kompakť pánev + trup
6.	<b>VZÁJEMNÉ POSTAVENÍ CHODIDEL, PŘEDSUNOVÁNÍ VNITŘNÍHO V OBLOUKU</b> Z biomechanického hlediska je to samozřejmost, nutnost. Nerespektování tohoto principu omezuje přiklání těla/pánve dovnitř oblouku a tedy i nasazení hran.
7.	<b>ZÁKLADNÍ VÝSLEDNÝ POŽADAVEK</b> Zásadní je přemístování lyží do nového směru způsobem hrana>hrana a nikoliv hrana>plocha>hrana.
8.	<b>REAKTIVNÍ SÍLA</b> Způsob a rychlost výše zmíněného přemístování lyží je dán úrovní reaktivní síly, jejích složek flexe>extenze nebo naopak. U nás absolutní neznalost důležitosti této pohybové schopnosti, která je ve světové technice rozhodujícím prvkem.
9.	<b>NEJVĚTŠÍ TLAK DO LYŽÍ</b> Po urychleném přemístění lyží je největší tlak <b>na začátku nového oblouku</b>

Další výklady techniky jsou uvedeny v přílohách, v celkových poznámkách zpracovaných v PowerPointu a v metodických materiálech zaměřených na jednotlivé rozhodující prvky.

## 8.3 ZÁKLADNÍ PRINCIPY JAKO STAVEBNÍ KAMENY BUDOVNÍ TECHNIKY

Zpracování této kapitoly je pojato netradičně a to tak, aby každý, kdo chce být trenérem AD na patřičné úrovni, musel prostudovat, ujasnit si a pochopit současné závodní pojetí AD. Není úkolem textů „papouškovat“ nebo řešit nějakými „salámovými metodami“ nácvik techniky, nechat se jimi ovlivňovat, ale uvědomělý přístup k jejímu nácviku a zdokonalování od nejmladších kategorií po výkonnostní a následně i vrcholovou úroveň.

Vycházíme z potřeby základní orientace v oblasti biomechaniky včetně jejího matematicko-fyzikálního vyjádření (VAVERKA, 2008. [Úvod do biomechaniky AD.](#))

Celkové chápání techniky v posledních letech prošlo vývojem, který dokumentují [POZNATKY](#) - které vysvětlí, proč a v jakých oblastech došlo k novým vysvětlením a důkazům na základě současných vědeckých důkazů.

Základními kameny máme na mysli následující podklady, uvedené v referenčním seznamu:

- [Anatomické a biomechanické prvky vztahu mezi chodidlem a lyžemi](#) (AFESA, 2018).
- [Avalement – pojem a základ oblouků](#) (AFESA, 2012).
- [Rozšiřování a zužování stopy lyží](#) (AFESA, 2016).
- [Mechanické prvky pro nasazení hran](#) (AFESA, 2017).
- [Prvky přechodu do oblouku](#) (AFESA, 2018).
- [Přesun nohou \(chodidel\) a transfer opory](#) (AFESA, 2019).

## 8.4 DOPORUČENÉ PRVKY PRO VYTVÁŘENÍ SPRÁVNÝCH NÁVYKŮ

V praxi i v literatuře, v metodických řadách u nás i v zahraničí existuje celá řada nejrůznějších prvků a návodů, jak postupovat s těmi, kdo se rozhodli jednoznačně věnovat závodnímu provádění alpských disciplín. Některé jsou méně vhodné, některé přímo zavádějící. Proto zde uvádíme ty prvky, které odpovídají současnému biomechanickému pojetí a požadavkům techniky počínaje kategoriemi mládeže. Jsou to ty, které jsou předepsány jako minimum pro školení trenérů IV. a III. tř.:

V závěru kondiční části přípravy se doporučuje u každé věkové kategorie (podle jejich specifik) zařazovat napodobivé prvky, která pak později při výcviku na sněhu usnadní vytváření správných pohybových stereotypů.

🚩 **Učební osnova pro kategorii PaP, zejména prvky:**

(uvědomovací prvky pro „učesání“ dosud neupevněných stereotypů)

- v rovné stopě vystupování a vracení do stopy,
- v rovné stopě přednožování P/L - koleno k hrudníku,
- dtto, přednožená skrčené noha mírně unožuje,
- na rovině: stoj na jedné noze se zavřenými očima (rovnováha) na čas,
- dtto na vrstevnici, tedy stoj na horní hraně nižší lyže,
- nejprve bez lyží přeskoky ležící slalomové tyče přitažením kolen. nikoliv odrazem a bez dopomoci paží, tedy bez vertikálního pohybu těžiště,
- ze stopy v přímé jízdě ukročení P/L a její postavení na vnitřní hranu s okamžitým následným přinožením druhé nohy. Tím dojde k zatížení ukročené lyže a při jejím tvaru musí sama zatočit,
- postupné zvětšování úkroku a tak, že přemísťujeme lyži ne na spádnici, ale do nového směru,
- vše bez vertikálního vyšínování těžiště.

#### ❖ **Učební osnova pro kategorii žactva, zejména prvky:**

(Prvky "abecedního charakteru pro zvýraznění dominantních faktorů)

##### **Jízda v obloucích bez holí:**

- vnitřní paže z hlediska následujícího oblouku v lehkém předpažení,
- dtto, vnější ruka tlačí pánev dovnitř oblouku,
- před okamžikem přechodu do nového oblouku tlesknutí před tělem,
- před zahájením nového oblouku tlačí **vnitřní** paže do kolena **vnější** nohy – tím korekce postavení trupu, správné natočení osy ramen a zvýraznění tlaku na vnější nohu

##### **Jízda v obloucích s jednou holí:**

- s jednou holí – vnitřní ruka drží hůl v kolmé poloze, před zahájením nového oblouku ji předá do nové vnitřní ruky,
- s jednou holí – hůl leží na zápěstí předpažených paží kolmo na spádnicí,
- s jednou holí + vhodně dlouhý „gumicuk“, který je umístěn na zádech a ve výši ramen, jeho očka jsou zachycena na předpažené holi. Paže napínají „gumicuk“, tím zpevňují postavení osy ramen a celého trupu.

##### **Jízda v obloucích s oběma holemi:**

- příprava ke zkráceným obloukům: bez lyží – s oporou o hole přeskoky vpravo//vlevo provedené s výrazným podílem flexorů kyčelních kloubů, tedy s přitahování kolen vzhůru a nikoliv pat nahoru. Těžiště stále na stejné úrovni. Postupně zvětšování rozsahu přeskoků, s dopady na vnitřní hory bot a s vytáčením chodidel do nového směru a s předsunováním vnitřního chodidla,
- později dtto s lyžemi,
- jízda v rovné stopě. 2x přitahování kolen (jako při skrčce) + při třetím pokusu dopad na vnitřní hrany zamýšleného oblouku. (Lyže přikloněné na hrany a zatížené musí díky svému tvaru automaticky zatočit. Dopomůžeme tím že otáčíme chodidly.).
- Na daném úseku soutěživě hodnotit počet krátkých oblouků.

#### ❖ **Učební osnova pro kategorii juniorů:**

- řízené volné jízdy: na daném úseku provádět stanovený počet oblouků co do jejich délky a poloměru: zvyšovat nebo snižovat jejich počet,
- variabilní situace: pravidelné střídání např. vždy 2 dlouhé, 3 krátké,
- první polovina svahu dlouhé oblouky, ve druhé přechody do sjezdového postoje,
- jízdy po předchozím fyzickém zatížení: např. nejprve cca 10 m intenzivní výstup – bokem, stromečkem – do místa startu a okamžité zahájení jízdy určeným způsobem,
- lateralita: zahajování, resp. ukončování jízdy na stanovenou stranu.

## **8.5 RACIONÁLNÍ TECHNIKA - NEJLEPŠÍ GARANCE PROTI ÚRAZŮM A TRVALÝM NÁSLEDKŮM**

*Úkolem trenéra není „vyrábět materiál pro špitál“*

Mezinárodní zdravotní komise FIS sleduje dlouhodobě úrazovost v alpských disciplínách ve SP a EP a uveřejňuje pravidelně příslušné statistiky. U nás sice systém sledování nemáme, ale úrazů máme nadprůměrně mnoho. Po dřívějších případech členů RD (Krýzl, Pauláthová a další) vyřadily v sezóně 2020 úrazy větší část juniorské reprezentace. ( O tomto problému jednalo i plénum OSÚ AD SLČR na své schůzi dne 12.2.2020 - jako konstatování, ale nikoliv řešení.)

Skutečnost, že tedy nemáme systém sledování úrazovosti napříč věkovými kategoriemi znamená, že každý trenér musí přistupovat k celému spektru sportovní přípravy svých svěřenců s plnou odpovědností a se znalostmi, které minimalizují vznik a četnost úrazů.

Nejprve přehled o korespondujících údajích ze zpráv *Zdravotní komise FIS*:

- třetina úrazů v AD znamená průměrně až 28 denní přerušování závodní činnosti,
- hlavní pozornost je zaměřena na přední křížový vaz. Dokonce probíhá diskuze, zda tento druh úrazů patří k alpským disciplínám vůbec a musí se s ním počítat?!
- nejčastější mechanismus je tzv. „slip-catch“ – uklouznutí spodní lyže, vedoucí k zatížení vnitřní lyže, vaz se trhá v okamžiku opětovného kontaktu spodní lyže s povrchem,
- doskok na patky lyží v záklonu – „landing back-weighted“,
- dynamický pluh a jeho následky viděné zejména u nejmladších kategorií,
- náhlá vnitřní rotace s přetížením do tzv. vulgarity – postavení nohou do „X“ nebo u nás velmi časté vbočování kolena – viz. příloha I,
- nesprávné držení páteře, navíc neodpovídající požadavkům současné techniky – viz. příloha II. a III.

Anketa, provedená mezi trenéry ve SP k příčinám úrazů:

- **technika 37 % + strategie 23 % - v celku 60 %**
- viditelnost, sněhové podmínky, stav tratě 20 %
- ale pouze: vybavenost 9 % a rychlost a vytýčení tratě 4 %

V hodnocení uplynulé sezóny 2018/19 bylo prokázáno zvyšování počtu úrazů více u žen za posledních 6 let - i náš případ:

Např. v EP 2013 ( fraktury 76, poškození vazů 107, poškození svalů a šlach 22, otřesy mozku 21, tržné rány, 2 jiné 11). V případě SP se jedná o počty až trojnásobné.

Někteří trenéři zapomínají na to, že naše disciplíny se odehrávají ve značných rychlostech, což podtrhuje význam všech důležitých faktorů, kterou jsou ve hře:

- slalom až do průměrné rychlosti 60 km/h
- obří slalom 80 km/h
- super-G 100 km/h
- sjezd 120 km/h (přetížení u žen až 3 g, u mužů 4 g)

Poznámka: Podrobné údaje dostupné na: [www.fis-ski.com/en/inside-fis/governance/medical-iss](http://www.fis-ski.com/en/inside-fis/governance/medical-iss)



Obr. 1: Determinanty SV

## Cílená hybnost vybraných segmentů

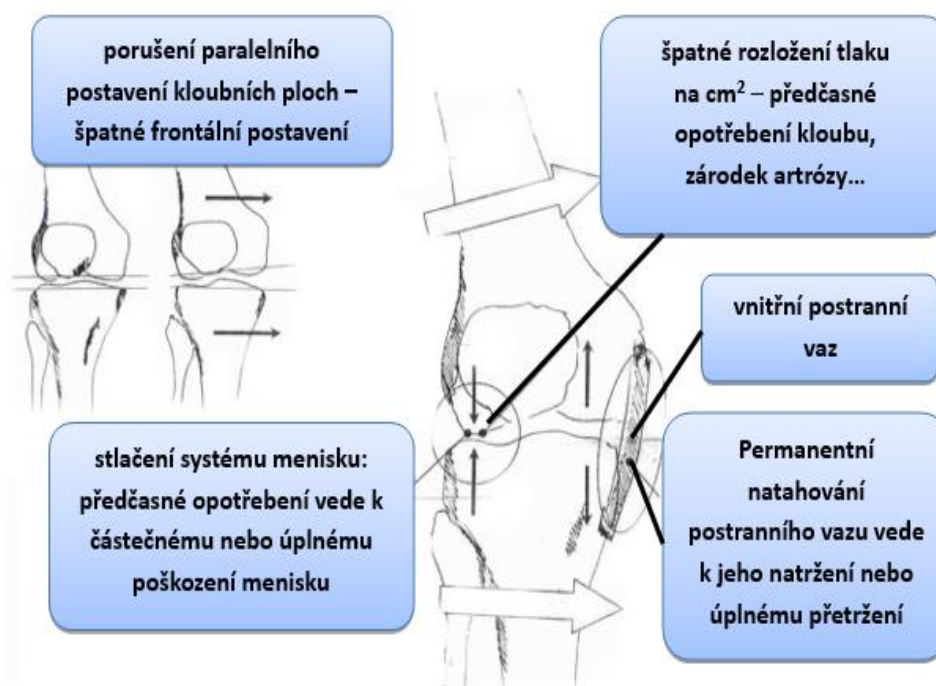
**Koleno** či **kolenní kloub** je nejsložitější kloub v lidském těle. Spojuje **kost stehenní, holenní** a **česku**. Umožňuje švihový pohyb dolní části nohy a tím lokomoci.

Kolenní kloub se skládá z dolní kloubní plochy stehenní kosti (*lat. femuru*), která ve formě dvou výběžků (*kondylů*) působí jako dvojitá hlavice kloubu. Spodní část tvoří horní kloubní plocha holenní kosti (*lat. tibia*), která tvoří mělkou dvojitou kloubní jamku. Tvar a stabilita kloubní jamky je doplněna dvěma poloměsíčitými chrupavčitými útvary – **menisky** (*mediálním a laterálním*). Funkčně ke kolennímu kloubu počítáme i tibio-fibulární skloubení, tj. skloubení kosti lýtkové a kosti holenní. Kloub je dále stabilizován vazivovým aparátem, tj. **zkříženými vazy** (přední zkřížený vaz a zadní zkřížený vaz), **vazy kloubního pouzdra** – především postranní kolenní vazy a šlacha čtyřhlavého stehenního svalu. Další stabilizaci poskytují šlachy okolních svalů a jejich napětí.

V alpských disciplínách jde o jedno z nejčastějších traumat. Běžnou flexi a extenzi kolen je třeba chápat nikoliv jen jako polohu, ale jako pohyb. Koleno je drženo směrem dovnitř v ose dané kyčlí a hlezem (kotníkem). Při jeho torzi se otáčí femur (stehenní kost) jedním směrem a tibia (kost holení) směrem opačným. Tento pohyb je sice možný, ale není fyziologický.

Při tréninku nebo i při kondiční přípravě je nutno dbát na to, aby nedocházelo k nevhodnému spojování flexe i extenze se vbočováním kolen, protože opakování těchto pohybů vystavuje závodníka kolena nežádoucím účinkům. Vaz není pro tyto tlaky adaptován, postupně se progresivně poškozuje. Pokud byl závodník cvičen bez uplatnění svých biomechanických limitů, reprodukuje tento druh pohybů při všech svých praktických činnostech. Takto špatně vytvořené dynamické stereotypy vedou k opotřebení našeho svalového a kosterního systému. Pozdní varování už je neúčinné.

První reakcí na působení těchto špatným pohybům je stabilizace kolen ve smyslu jejich stability a rovnováhy. Aktivní stabilita kolen nezávisí jen na úrovni svalů kolem tohoto kloubu, ale na svalech, které mobilizují kyčle a zánartí. Ze strany trenéra je proto prevence před vymknutím (vyvrtnutím) kolena a tedy před rupturou předního křížového vazy aktivní kontrola pohybu kyčlí a zánartí. Je to biomechanická koncepce daná znalostí celkové funkce dolních končetin. Kyčle a zánartí determinují polohování kolen ve vztahu k možnostem tohoto kloubu v horizontální a frontální rovině.



Obr. 2: Hybnost kolenního kloubu

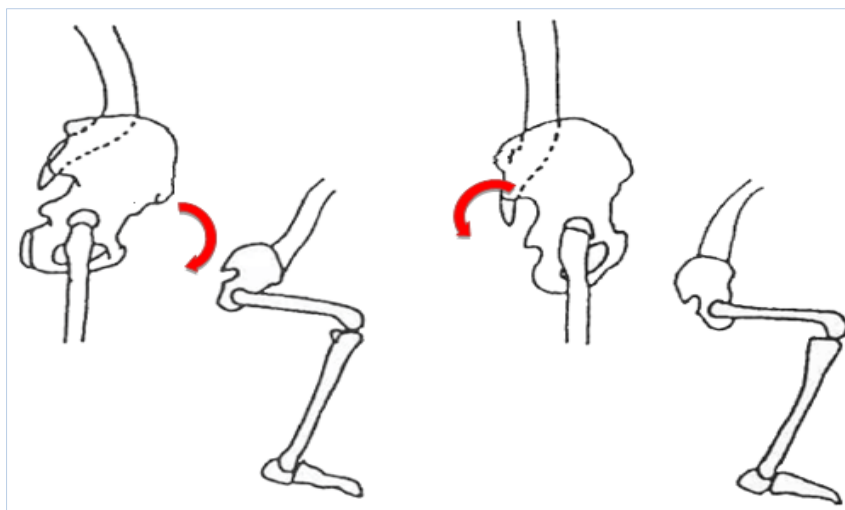
Dolní končetiny disponují četnými svaly, které můžeme rozdělit do dvou skupin:

- svaly hybné (které nám umožňují odrážet se, běžet),
- svaly stabilizační.

Jedině homogenní a vyvážený rozvoj těchto dvou skupin svalů umožňuje kontrolu pohybů. Často se setkáváme s tím, že trenér rozvíjí svaly první skupiny, aniž by si uvědomoval důležitost svalů skupiny druhé. Nutno sledovat v kondiční přípravě při výběru cviků, na sněhu pak při foto a videokontrolě hlídat, aby koleno (zejména vnitřní dolní končetiny) nevbočovalo, tj. aby bylo v ose kotník – kyčelní kloub. Přiklonění lyží na hrany neprovádíme vbočením kolena, ale zásadně přikloněním kyčlí dovnitř oblouku.

### Postavení a natočení lopaty pánve (Obr. 3):

Pánev je spojena kyčlemi se stehenní kostí a páteří lumbo-sakrálním závěsem. Problém jejího pohybu spočívá v tom, že se opírá o hlavy obou stehenních kostí, „mechanicky řečeno“ o kulové klouby. Pánev je udržována v rovnováze na jednom nebo na obou těchto kloubech svalovou činností. Natočení lopaty pánve dopředu (přední verze) způsobuje prohloubení lordózy – pro sjezdaře zcela nevhodné – nebo správně dozadu (zadní verze), což zvýhodňuje svalovou práci dolních končetin.



Obr. 3: Polohy pánve

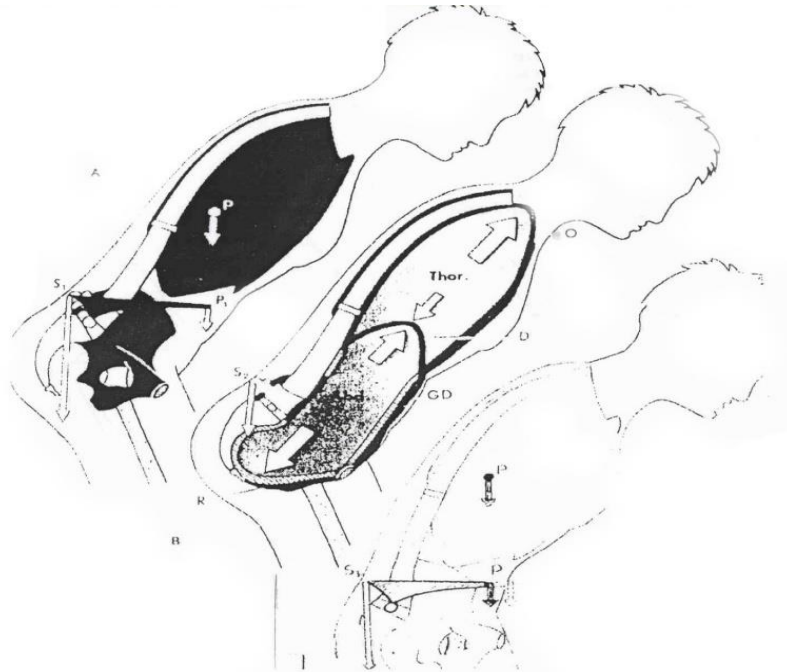
Držení páteře: (KAPANDJI, I.A. 1972).

- a) Přirozené – při nárazu (dopadu) dochází až z 50 % k tlaku na spojení T-12/L-1.
- b) Zvýšená bederní lordóza (u nás častá chyba) – další tlak i na spojení L-5 /S-1 (pro současnou techniku alpských disciplín zcela nevhodné).
- c) Bederní část (páteř a lopata pánve v zadní verzi): spolu se zádovými svaly znamená snížení tlaků až o 55 %. Toto držení páteře a zejména vytvoření tzv. kompaktu – spojení pánve s trupem do jednoho celku – jako podmínka pro uplatnění spojování oblouků způsobem AVALEMENT.

Počet neúspěšných výsledků ukazuje i na nedostatečnou úroveň rozvoje anaerobních schopností, které se projevují zejména v závěrech tratí jednak výpadky, jednak zhoršováním technického projevu. Trenér musí proto uvádět a ve své evidenci vyhodnocovat i tuto skutečnost. I to patří do protiúrazových opatření. Jednou z příčin, které mohou vést k úrazům, je také nedostatečná úroveň laterality. (Viz. kapitola 3. Učebních textů: *Fyziologická charakteristika alpských disciplín*).



Všechny faktory, popsané v této kapitole znamenají pro trenéry všech kvalifikačních tříd nutnost zařazení promyšlené biomechanicky bezchybné kondiční přípravy. Na sněhu pak důslednou a objemově stanovenou kontrolu techniky, aby opakováním špatné techniky nedocházelo jak k fixaci nežádoucích stereotypů, tak i později i k operacím a k trvalým následkům.



*Obr. 4: Dynamika nárazu v různém postavení páteře (KAPANDJI, 1972)*

*Referenční seznam:*

1. VAVERKA, F. (2008). *Úvod do biomechaniky*. In: Učební texty pro trenéry alpských disciplín. 1. vydání. s. 78-86.
2. PODEŠVA, V. & VACEK, L. (2019). *POZNATKY – vývoj změn v pojetí techniky za posledních 25 let a jejich zdůvodnění vč. biomechanických, anatomických a protiúrazových základů*.
3. Anatomické a biomechanické prvky vztahu chodidlo – LYŽE. (AFESA, 2018).
4. AVALEMENT - Pojem a základ provádění oblouků. (AFESA, 2019).
5. Mechanické prvky pro nasazení hran. (AFESA, 2017).
6. Prvky přechodu do dalšího oblouku. (AFESA, 2018).
7. Přechod nohou a přesun opory. (AFESA, 2019).
8. Rozšiřování a sužování stopy lyží. (AFESA, 2016).
9. KAPANDJI. I. A. (1972). *Physiologie articulaire: schemas de mécanique humaine*. Editeur : Maloine. Paris. ISBN 2-224-00167-3. Dostupné 5.5.2020 na:  
[https://bibliotheques.mnhn.fr/medias/detailstatic.aspx?INSTANCE=exploitation&RSC\\_BASE=HORIZON&RSC\\_DOCID=411182](https://bibliotheques.mnhn.fr/medias/detailstatic.aspx?INSTANCE=exploitation&RSC_BASE=HORIZON&RSC_DOCID=411182)