

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
**3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**



**Renáta Čelková**

**Kineziológia a patokineziológia ramenného  
kĺbu v súvislosti s lukostreľbou**

*Kinesiology and pathokinesiology of shoulder joint  
with regard to archery*

*Bakalárska práca*

Praha, jún 2012

Autor práce: Renáta Čelková

Študijný program: Fyzioterapia

Bakalársky študijný obor: Špecializácia v zdravotníctve

Vedúci práce: **MUDr. Jan Vacek, Ph.D**

Pracovisko vedúceho práce: **Klinika rehabilitačného lekárstva ,  
FN Kráľovské Vinohrady**

Predpokladaný termín obhajoby: 7.6. 2012

## **Prehlásenie**

Prehlasujem, že túto bakalársku prácu som vypracovala samostatne a pri práci som použila výhradne uvedené citované pramene, literatúru a ďalšie odborné zdroje. Súčasne dávam dovoľenie k tomu, aby moja bakalárska práca bola používaná k študijným účelom.

Prehlasujem, že odovzdaná tlačенá verzia práce a verzia elektronická nahraná do Študijného informačného systému – SIS 3.LF UK sú totožné.

V Prahe dňa 15.mája 2012

Renáta Čelková

## **Pod'akovanie**

Na tomto mieste by som veľmi rada pod'akovala kamarátovi, vynikajúcemu lukostrelcovi, Radkovi Sedlákovi za neoceniteľnú pomoc pri zháňaní odbornej zahraničnej literatúry, bez ktorej by napísanie tejto práce nebolo možné. Ďalej by som rada pod'akovala MUDr. Vackovi za vedenie a rady ohľadne obsahovej a formálnej stránky práce. A v neposlednej rade všetkým lukostrelcom, ktorí ma podporovali v napísaní tejto práce a boli ochotní sa podeliť o svoje vedomosti a skúsenosti, ktoré získali rokmi tréningu a štúdia.

# OBSAH

ÚVOD.....	6
<b>1. RAMENNÝ KLĚB.....</b>	<b>8</b>
1.1. <i>Kostené štruktúry.....</i>	<i>8</i>
1.2. <i>Systém ligament.....</i>	<i>8</i>
1.3. <i>Svaly pletenca ramenného.....</i>	<i>9</i>
1.4. <i>Kinetika a kinematika .....</i>	<i>13</i>
1.4.1. <i>Lopatka.....</i>	<i>13</i>
1.4.2. <i>Rameno.....</i>	<i>13</i>
<b>2. RAMENO PRI LUKOSTRELBE.....</b>	<b>15</b>
2.1. <i>Predná horná končatina.....</i>	<i>16</i>
2.1.1. <i>Vrchný spôsob napínania luku.....</i>	<i>19</i>
2.1.2. <i>Spodný spôsob napínania luku.....</i>	<i>20</i>
2.2. <i>Zadná horná končatina.....</i>	<i>21</i>
2.2.1. <i>Vrchný spôsob napínania luku.....</i>	<i>23</i>
2.2.2. <i>Spodný spôsob napínania luku.....</i>	<i>23</i>
<b>3. ÚRAZY RAMENA PRI LUKOSTRELBE.....</b>	<b>24</b>
<b>4. ZÁVER .....</b>	<b>27</b>
<b>5. SÚHRN.....</b>	<b>30</b>
<b>6. SUMMARY.....</b>	<b>31</b>
<b>7. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....</b>	<b>32</b>
<b>8. ZOZNAM PRÍLOH.....</b>	<b>34</b>
<b>9. PRÍLOHY.....</b>	<b>35</b>

## Úvod

Nájsť lukostrelca, ktorý si aspoň raz v živote nepostávažoval na boľavé rameno či chrbát, je naozaj veľmi ťažké. Mnoho z nich sa snaží nájsť odpovede na otázky, prečo bolesti začali, kde sa stala chyba, ako sa ma teraz vyliečiť a čo má robiť pre to, aby sa už nikdy neobjavili? Väčšina z nich odpovede nikdy nenájde.

Tréneri lukostrelby, tak ako tréneri v ostatných športoch, sa venujú svojim zverencom najmä z pohľadu výkonnosti. Snažia sa zo strelcov dostať maximum a pripraviť ich na preteky po fyzickej a psychickej stránke. Nie vždy sa však na pohyby dívajú z biomechanického a kineziologického pohľadu, ktorý považujem za veľmi dôležitý. Myslím, že bez tohto pohľadu aj dobrý tréner nemusí správne pochopiť a interpretovať niektoré základné princípy. A bez dobrej znalosti fyziológie a anatómie pohybovej sústavy a pochopenia jej fungovania bude pre neho prispôsobenie lukostreleckej techniky individuálne na mieru každému športovcovi zbytočne zložitú.

Mnoho strelcov sa stretlo s tým, že sa na tréningu vyskytol nejaký problém s vykonávaním pohybov alebo sa objavila bolesť. Väčšina trénerov svojmu zverencovi poradí vysadenie tréningu. Rada je to určite dobrá, strelcovi v žiadnom prípade neuškodí, ale príčinu vzniku problému tým nevyrieši a ten sa po nejakom čase objaví znova. V takomto prípade je dobré prizvať si na pomoc fyzioterapeuta, alebo niekoho skúseného v oblasti biomechaniky, ktorý sa na pohyby pozrie práve z tohto hľadiska a pomôže trénerovi definovať problém. Spoločne potom môžu vypracovať postup na jeho odstránenie a napokon už sám tréner bude dohliadať na dodržiavanie správnej techniky. Pokiaľ lukostrelec nemá dobrého trénera, či už preto, že je nedostatočne skúsený, alebo preto, že je strelec-samouk, pátra po dostupnej literatúre. Tej je však na českom a slovenskom trhu zúfalo málo.

Jediné texty, ktoré sa zaoberajú danou problematikou z trénerského, biomechanického, kineziologického a fyzioterapeutického hľadiska, sú v zahraničnej literatúre najmä nemeckej, britskej a americkej. Vyplýva to z dlhšej tradície športu v týchto krajinách. No ani k tejto literatúre nie je také

ľahké sa dostať. Aj ja, keď som pred dvoma rokmi začínala s lukostreľbou, som narazila na problémy pri zháňaní informácií.

Nevedela som, ako svaly pracujú v jednotlivých fázach napínania luku a aké problémy môže priniest zlá technika. A nevedelo mi na tieto otázky v uspokojujúcej miere odpovedať mnoho známych, ktorí sa lukostreľbou zaoberali podstatne dlhšie ako ja. A nevedeli ma odkázať ani na príslušnú literatúru, z pochopiteľného dôvodu - takmer žiadna u nás dostupná nebola. To boli dôvody, prečo som sa o lukostreľbu začala viac zaujímať z kineziologického a biomechanického pohľadu, a prečo som sa rozhodla zamerať svoju bakalársku prácu týmto smerom.

Za cieľ svojej práce som si vzala pomocou prevažne zahraničnej literatúry popísať základné princípy, ktoré lukostrelci využívajú. S využitím týchto poznatkov sa budem snažiť popísať správny pohybový vzorec, ktorý by pre športovca znamenal obmedzenie vzniku bolestí a zároveň som sa pokúsila zhrnúť problémy, ktoré pri zlej technike môžu vzniknúť.

# 1. RAMENNÝ KLĚB

## 1.1 *Kostené štruktúry*

Articulatio humeri je, z hľadiska geometrického, klb guľovitý voľný. Hlavicu klbu tvorí caput humeri, naproti tomu jamka je tvorená cavitas glenoidalis lopatky. Dôležitú súčasť tvorí labrum glenoidale- chrupavkovitý lem, ktorý funkčne rozširuje rozsah jamky. Pre komplexné pohyby v tomto klbe sú však rovnako významné aj štruktúra, sklbenie a pohyby lopatky a kľúčnej kosti. Preto sa v tejto kapitole budem venovať aj popisu articulatio sternoclavicularis, acromioclavicularis a torakoskapulárneho kontaktu.

Art. sternoclavicularis je spojenie medzi facies articularis sternalis kľúčnej kosti s incisura clavicularis na manubrium sterni a medzi tieto dve plochy je vložený discus articularis tvorený väzivovou chrupavkou. Plochy articulatio acromioclavicularis sú tvorené facies articularis acromialis na klavikule a facies articularis clavicularis na akromione lopatky. Pre pohyby pletenca veľmi dôležitý torakoskapulárny kontakt sa potom uskutočňuje pomocou vmedzereného väziva, ktoré vyplňa priestor medzi svalmi na prednej strane lopatky a hrudnou stenou. Nejde teda o klb v pravom slova zmysle, ale skôr o funkčné spojenie, v ktorom pohybovú a stabilizačnú funkciu hrajú svaly pletenca ramenného.

## 1.2 *Sústava ligament*

Hlavnou úlohou ligament, čiže väzov klbu, je posilnenie funkcie puzdra a svojou pevnosťou významnou mierou ovplyvňujú pohyby v klbe. Niektoré väzy len spevňujú puzdro, iné sa priamo zúčastňujú na vedení, poprípade bránia nežiaducim vedľajším pohybom. Ďalšia skupina zabraňuje pohybu, a tým znižuje riziko poškodenia klbu. V oblasti pletenca ramenného nachádzame tieto ligamenta:

A)

Ligamentum sternoclavicularis anterius et posterius- obe priložené tesne k puzdru



Ligamentum interclaviculare – spája navzájom obe klavikuly

Ligamentum costoclaviculare- napäté medzi 1. rebrom a kľúčnou kosťou

- všetky tri náležia sternoklavikulárnemu skĺbeniu

B)

Ligamentum acromioclaviculare- kraniálne spevňuje hornú stranu puzdra  
rovnomeného kĺbu

Ligamentum coracoclaviculare- spojuje processus coracoideus a tuberositas  
coracoidea na spodnej strane klavikuly; obmedzuje pohyby lopatky

C)

Ligamentum coracohumerale- na prednej strane ramenného kĺbu

Ligamenta glenohumeralia- horná, dolná a stredná skupina; od okrajov jamky  
a labrum glenoidale v prednej stene puzdra

Ligamentum coracoacromiale- spojuje processus coracoideus a akromion, je  
rozpätý nad ramenným kĺbom ; obmedzuje upaženie tým, že sa ab-  
dukcia humeru o pevný väz zastaví na horizontále

D)

Ligamentum transversum scapulae superius- spolu s incisura scapulae tvoria  
otvor pre n. suprascapularis, cez ligamentum prebieha  
a. suprascapularis

Ligamentum transversum scapulae inferius

### **1.3 Svaly ramenného pletenca**

Tvoria aktívny komponent pletenca hornej končatiny a pôsobia najmä na najpohyblivejšiu časť- lopatku. Ide o svaly rôzneho pôvodu, prichádzajúcich z rôznych krajín tela. V nasledujúcom texte sú v základných rysoch popísané všetky svaly, ktoré sa na pohyboch v oblasti ramena podieľajú.

Musculi dorsi- spinohumerálny systém

M. trapezius – origo: protuberancia occipitalis externa a linea nuchalis

superior, lig. nuchae a processu spinosi C1-Th12

insertio: zostupná časť (pars descendens)- vonkajšia časť

klavikuly, akromion a spina scapulae

stredná časť (pars transversa)- spina scapulae

vzostupná časť (pars ascendens)- spina scapulae

inervácia: n. accessorius

funkcia: ako celok pritlačuje lopatku k hrudníku a fixuje ju;

horné snopce- elevácia, dolné- depresia, stredné-

addukcia lopatky; zostupné+ vzostupné- abdukcia

paže nad horizontálu

Mm. rhomboidei – origo: processi spinosi C6-C7 (m. rhomboideus minor)

Th1- Th4 (m. rhomboideus maior)

insertio: margo medialis scapulae v celej dĺžke

inervácia: n. dorsalis scapulae

funkcia: pohyb lopatky mediokraniálne

M. levator scapulae- origo: tuberculia dorsalia processi transversi C1-C4

insertio: angulus superior scapulae

inervácia: n. dorsalis scapulae

funkcia: elevuje horný uhol lopatky a zároveň ju natáča

dolným uhlom dnu (rotuje dole kĺbnu jamku);

spevňuje ramenný pletenec; pri fixovanej

lopatke ukláňa krčnú chrbticu

M. latissimus dorsi- origo: pomocou fascia thorakolumbalis od zadnej časti

crista iliaca, kosti krížovej, a trňov bedrových

stavcov; tri kaudálne rebrá; trne 5-6 kaudálnych

hrudných stavcov; povrchová fascia m. teres major

insertio: crista tuberculi minoris (os humeri)

inervácia: n. thoracodorsalis

funkcia: addukcia a vnútorná rotácia humeru; dorzálna

flexia humeru; pri fixovaných rebrách sa stáva

pomocným nádychovým svalom, vonkajším

okrajom svalu pomáha pri prudkom výdychu

(napr. kašeľ)

Musculi thoracis- thorakohumerálny systém

M. serratus anterior- origo: 1.-9. rebro (päť dolných zubov sa strieda so

začiatkom m. obliquus externus abdominis )

insertio: mediálny okraj lopatky

inervácia: n. thoracicus longus

funkcia: priťahuje lopatku k hrudníku (pri poškodení

tohto svalu vzniká scapula alata) a súčasne

vytáča dolný uhol lopatky von (napomáha

predpaženiu a vzpaženiu); pri fixovanej lopatke

je pomocným nádychovým svalom

M. pectoralis maior- origo: mediálna časť kľúčnej kosti, sternum a prilahlé

časti prvých šiestich rebier, predná časť 6. rebra a

pošva priameho brušného svalu

insertio: crista tuberculi majoris humeri

inervácia: nn. pectorales lateralis et medialis

funkcia: klavikulárna časť- predpaženie; sternokostálna

a abdominálna spolu addukujú pažu a rotujú

z vonkajšej do vnútornej rotácie pri fixova-

nej paži zdvíha hrudník, alebo rebrá je teda

pomocným nádychovým svalom

M. pectoralis minor- origo: 3.-5. rebro vpredu

insertio: processus coracoideus

inervácia: n. pectoralis medialis

funkcia: ťahá lopatku dolu a dopredu za súčasného

otáčania kľbovej jamky dopredu; pri fixovanej

lopatke je pomocným nádychovým svalom

M. subclavius- origo: prvé rebro u chrupavky

insertio: spodná plocha kľúčnej kosti

inervácia: n. subclavius

funkcia: priťahuje kľúčnu kosť k prvému a rebro a tým fixuje

art.sternoclavicularis a chráni nervovo- cievny zväzok

Musculi membri superioris- svaly ramenné a lopatkové

M. deltoideus- origo: vonkajšie dve tretiny spina scapulae (spinálna časť),  
acromion (akromiálna časť), vonkajší koniec klavikuly  
(klavikulárna časť )

insertio: tuberositas deltoidea humeri

inervácia: n. axillaris

funkcia: fixácia ramenného kĺbu v jamke; predpaženie (klavikulárna časť), upaženie (akromiálna), zapaženie (spinálna)

M. supraspinatus- origo: fossa supraspinata scapulae

insertio: tuberculum majus humeri (horná faseta)

inervácia: n. suprascapularis

funkcia: pomáha pri abdukcii paže a vonkajšej rotácii

M. infraspinatus- origo: fossa inraspinata

insertio: tuberculum majus humeri (stredná faseta)

inervácia: n. suprascapularis

funkcia: vonkajšia rotácia v ramennom kĺbe

M. teres minor- origo: stred laterálneho okraja lopatky

insertio: tuberculum majus humeri (dolná faseta)

inervácia: n. axillaris

funkcia: vonkajšia rotácia ramenného kĺbu

M. teres maior- origo: dorzálna plocha dolného uhlu lopatky a priľahlý úsek  
laterálneho okraja

insertio: crista tuberculi minoris humeri

inervácia: n. subscapularis

funkcia: addukcia a vnútorná rotácia v ramennom kĺbe

M. subscapularis- origo: facies costalis scapulae

insertio: tuberculum minus humeri

inervácia: n. subscapularis

funkcia: vnútorná rotácia humeru

Úpony m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor a m. subscapularis spoločne vytvárajú útvar označovaný ako rotátorova manžeta, ktorá zaisťuje kĺb pred sublúxiou.

## **1.4 Kinetika a kinematika**

### **1.4.1 Lopatka**

U lopatky popisujeme dva typy pohybov- otáčavé a posuvné. Posuvné pohyby smerujú buď nahor- elevácia , nadol – depresia alebo smerom od chrbtice- protrakcia (abdukcia) a smerom k chrbtici- retrakcia (addukcia).

**Retrakcia**- zabezpečovaná pomocou strednej časti m. trapezius, m. teres major et minor. Pomocným svalom sú horné a spodné vlákna m. trapezius. Pohyb stabilizujú brušné svaly a m. erector trunci.

**Protrakcia**- spoločne s anteverziou lopatky ju vykonáva m. serratus anterior. Pomocným svalom je horná a dolná časť m. trapezius. Pohyb stabilizuje m. levator scapulae, brušné svaly a mm. intercostales interni. M. serratus anterior a m. pectoralis minor majú pri tomto pohybe funkciu neutralizačnú.

**Elevácia**- m. trapezius a m. levator scapulae spolu s pomocnými svalmi- mm. rhomboidei a m. sternocleidomastoideus. Stabilizujú ho mm. scaleni a neutralizuje stredná a dolná časť m. trapezius, m. serratus anterior.

**Depresia**- hlavným svalom je m. trapezius, pomocným je m. pectoralis minor, stabilizačným m. erector trunci, mm. abdominis a mm. intercostales interni. M. pectoralis major je svalom neutralizačným.

Rotačné pohyby súvisia so zmenou postavenia dolného uhla lopatky a sklonu kĺbovej jamky ramenného kĺbu. Anteverzia je pohyb dolného uhlu od chrbtice, opakom je potom retroverzia.

### **1.4.2 Ramenný kĺb**

Ramenný kĺb je typom guľovitý voľný, preto sú jeho pohyby možné v troch osiach.

**Ventrálna flexia** (anteverzia)- tento pohyb je uskutočňovaný pomocou m. deltoideus, m. coracobrachialis m. biceps brachii (caput breve). Pomocnými

svalmi sú potom m. pectoralis major a m. deltoideus, neutralizačnými m. infraspinatus a m. teres minor. Pohyb stabilizuje m. trapezius a m. subclavius.

**Dorzálna flexia** (extenzia) – hlavnú úlohu majú m. latissimus dorsi, m. teres major, m. deltoideus. Pomocné svaly sú m. triceps brachii, m. teres minor, m. subscapularis a m. pectoralis major. Neutralizačné svaly pre tento pohyb sú m. deltoideus, m. infraspinatus a m. teres minor. Stabilizačné m. triceps brachii, m. coracobrachialis, mm. rhomboidei, mm. intercostales, mm. abdominis a m. erector trunci.

**Abdukcia**- m. deltoideus (abdukcia paže ad horizontálu, spoločne so súhybom lopatky), m. supraspinatus (prevažuje v abdukcii do 90°) a m. serratus anterior. Pomocné svaly – m. infraspinatus, m. pectoralis major, m. biceps brachii. Neutralizačné svaly- m. infraspinatus, m. teres minor. Pohyb stabilizuje m. trapezius.

**Addukcia**- m. pectoralis major, m. latissimus dorsi a m. teres major ako hlavné svaly pre tento pohyb. Pomocné sú m. teres minor, m. subscapularis, m. triceps brachii. Neutralizačné sú svaly zodpovedné za vnútornú a vonkajšiu rotáciu (viz. nižšie). Pohyb stabilizujú m. serratus anterior a m. trapezius.

**Vonkajšia rotácia**- vykonáva ju m. infraspinatus a m. teres minor. Pomocným je m. deltoideus a stabilizačným potom m. trapezius a mm. rhomboidei.

**Vnútorná rotácia**- zodpovedá za ňu m. subscapularis, m. latissimus dorsi a m. teres major. Pomocnými sú svaly: m. pectoralis major, m. deltoideus, m. biceps brachii a m. coracobrachialis. M. pectoralis major a m. serratus anterior pohyb zároveň stabilizujú a m. deltoideus, coracobrachialis, pectoralis major, latissimus dorsi neutralizujú.

## 2. Rameno pri lukostrelbe

Jeden z aspektov, ktorý musí byť braný do úvahy pri streľbe z luku, je asymetria. Dve polovice tela, a teda aj dve horné končatiny, vykonávajú rozdielne činnosti. Strana napínajúca tetivu kontinuálne ťahá dávku nasčítanej sily, kým strana držiaca luk neustále odoláva tlaku. Z asymetrie vyplýva potreba poznať mechanizmy, akými svaly pri lukostrelbe pracujú a na základe týchto poznatkov stanoviť vhodné výcvikové a kompenzačné postupy, ktoré by mali zabrániť vzniku poranení.

Pred nasledujúcim popisáním streleckých postupov je dôležité si uvedomiť, že vďaka rôznym, individuálne variabilným, anatomickým pomerom u každého jedinca nie je vždy dosiahnutie nižšie opísaných možností reálne. Každý športovec by preto mal mať skúseného trénera, ktorý je tieto postupy schopný upraviť strelcovi na mieru.

Najefektívnejšie použite lukostrelcových svalov a kostí je dosiahnutés tým, že použitie svalov je minimálne, ak sily pôsobia pozdĺž kostí a priamo cez kĺby tak, ako je to len možné. Znamenalo by to priebeh napínacej línie (dwl-viz. ďalší text) priamo cez stred kostí predlaktia a ramena prednej ruky držiacej luk. Platí, že čím menší bude uhol jednotlivých kĺbov, tým väčšia práca svalov bude potrebná na napnutie tetivy a na udržanie získaného postavenia- príloha č.7. S tým súvisí fakt, že na udržanie takéhoto stavu bude potreba zapojiť aj svaly, ktoré by sa ho nezúčastnili, resp. v omnoho menšej miere, keby sa približujeme ideálnemu postaveniu. Okrem tohto pravidla je vhodné myslieť aj na to, že technika, ktorú lukostrelec používa, nech už má počiatočný stav vo vysokej, nízkej alebo takzvanej T- pozícii, musí spĺňať základné kritérium- nesmie spôsobovať neprimeranú záťaž a zranenie. Toto docielime len ak sa kĺby, ktoré sú pod veľkou záťažou (v zmysle plného napnutia luku), nebudú v krajných polohách pohybovať. Pokiaľ dôjde k vychýleniu zo statickej polohy, budú vo zvýšenej miere namáhané okolité svaly, snažiace sa nastoliť stratenú stabilitu. To spôsobí ich predčasnú únavu a takéto svaly sú omnoho viac náchylné k vzniku poranenia.

Základy perfektnej lukostreleckej techniky teda môžeme zhrnúť nasledovne:

- Konštantná dĺžka natiahnutia luku.
- Konštantná línia pôsobenia síl.
- Vyvážená kontrola.
- Ekonomické úsilie.

Na základe týchto štyroch bodov sa dá popísať ideálne plné napnutie takto:

- Postoj- vzpriamený, vyvážený a pohodlný pre strelca.
- Konštantný plný náťah
- Rovnováha- nastolená rovnakou veľkosťou tlaku luku, ktorý sa prenáša na strelcovou rukou a tlakom, ktorý musí vyvinúť ruka na luk.
- Zarovnanie- končík šípu, luk, zadná ruka a lakť ležia na tej istej pomyselnéj línii – línii sily (line of force).
- Rameno napínajúcej končatiny by ideálne malo byť spustené dolu, nerotované a v prirodzenom postavení.

V realite je tento stav len veľmi ťažko dosiahnuteľný, a preto je zvýšené napätie niektorých svalov nevyhnutel'né.

V nasledujúcich podkapitolách sú popísané dôležité princípy a práca svalov, ktoré by mali byť dodržané, aby športovec predišiel vzniku bolestivých stavov na horných končatinách.

## **2.1 Predná horná končatina**

Pod týmto pojmom v lukostrel'be rozumieme ruku, v ktorej športovec drží luk. Termín sa ustálil z toho dôvodu, že nie je možné používať označenie pravá a ľavá, a to vzhľadom k tomu, že sa športu venujú praváci aj ľaváci a luk držia obvykle v opačnej ruke, aj keď to nie je podmienkou. Najlepšie je úloha prednej ruky popisovaná v angličtine, kde sa používa označenie bow hand, arm and shoulder.

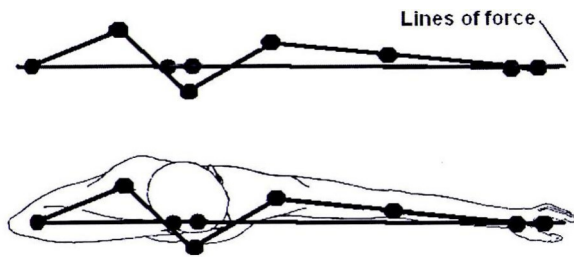


Nech lukostrelec preferuje ktorýkoľvek spôsob napnutia luku, predná ruka tvorí stabilný bod potrebný k presnému výstrelu. Preto aj pletenec ramenný pri napínaní a výstrele musí tvoriť dobrú oporu pre luk, a zároveň musia byť zachované ideálne pomery a napätie svalových skupín, ligament, a kostných štruktúr, aby nedochádzalo k ich preťažovaniu a následnému vzniku bolestí. Do úvahy pritom musíme brať dve hlavné sily pôsobiace na strelca- gravitačnú a náťahu. Obe sú dobre znázornené na obrázku jedna v prílohe č.5. Horizontálne pôsobí náťahová ( $d_w$ ), vertikálne potom tiažová sila. Ich výslednica určuje, či bude mať pletenec ramenný tendenciu k poklesu, alebo naopak k elevácii. Súvisí to s anatomickými pomermi v cieľovej oblasti a u každého športovca je to do istej miery individuálne. A pretože snahou je udržať rameno ,lakteť a ruku v jednej línii (výslednica bude smerovať do stredu articulatio acromioclavicularis a prechádzať cez art. sternoclavicularis, tým bude lopatkami tlačená nadol s minimálnou aktiváciou okolitých svalov- znázornené v prílohe č.5 na druhej figuríne), musí lukostrelec vyrovnávať tieto tendencie zapojením príslušných svalových skupín. Z grafu pri obrázku jedna potom logicky odvodíme, že pokiaľ zvýšime silu náťahu so súčasným zachovaním alebo zmenšením váhy luku, dôjde k posunu výslednice smerom nahor. Toto môžeme docieľiť aj rôznymi streleckými technikami alebo pomôckami, ktoré v konečnom dôsledku zvyšujú napínanie silu luku. Ak budeme naopak silu náťahu redukovať, bude sa výslednica posúvať smerom nadol a bude tlačiť ramenný pletenec do elevácie. Pokiaľ nedôjde k správnej korekcii, bude rameno nesprávne zaťažované a objavia sa bolesti. Vyššie popísané sily pôsobia na telo strelca od okamihu, kedy zdvíha luk a začína naťahovať tetivu až do okamihu, kedy dôjde k výstrelu.

Ďalší termín, úzko súvisiaci s prednou i zadnou rukou, používaný v lukostrelbe, je takzvaná „draw force line“. Ray Axford ju popisuje ako dokonale rovnú priamku sily, nech už sa dívame z ktoréhokol'vek smeru, ktorá existuje medzi dvoma najvzdialenejšími bodmi. Najvzdialenejšie body sú tie, kde je miesto styku rukoväte luku a ruky strelca a lakt'ový kĺb na ruke napí-

najúcej tetivu. (viz. Axford 2006) Pre lepšiu predstavu poslúži grafické znázornenie v prílohe č.6. Z obrázku je jasné, že by mala prechádzať zápästím ruky držiacej luk, pokračovať cez ruku držiacu tetivu a napokon cez lakeť rovnakej ruky. V takomto prípade sa na napínaní luku budú podieľať predovšetkým svaly chrbta a m. biceps a triceps brachii budú vykazovať len minimálnu aktivitu. Najideálnejšia je situácia, keď je táto línia pri každom výstrele rovnaká a prechádza stále rovnakými bodmi, určenými individuálnymi anatomickými pomermi. Každá zmena v nastavení ruky držiacej luk (napríklad zlá technika, zranenie, únava, zlé oblečenie) znamená zmenu DFL, a tým aj zmenené vlastnosti výstrelu.

V konečnej fáze, teda „statickej“ polohe strelca pred vystrelením, je nastavenie tela rovnaké, nech používa strelec ktorýkoľvek spôsob natáhovania luku. Rameno prednej ruky by malo byť spustené a nemalo by byť rotované. V prípade elevácie ramena dochádza k preťažovaniu svalov, čo môže vyvolať bolesti. Rotácia, najmä vnútorná, spôsobuje odklon náťahovej línie od predlaktia a ramena, čo znamená výraznejšie zapojenie bicepsu a tricepsu do náťahu a vyššiu svalovú aktivitu tých ostatných. Platí, že čím bližšie je línia k ruke, tým menej musia byť svaly zapájané. Dobre viditeľné je to na obrázku č.1., kde pomyselná spojnice bodov (lines of force) je umiestnená tesne pred natiahnutú prednú ruku. Lakeť by mal počas celého natáhovania, mierenia a výstrelu ostať v extenzii. Pokiaľ by bol ohnutý, bola by opäť potrebná zvýšená aktivita svalov paže, ktoré by museli lakeť stabilizovať. Zápästie by malo byť nastavené tak, aby nebolo vo flexii ani extenzii a dfl by mala prechádzať v mieste spojenia lakt'ovej a karpálnych kostí. Natiahnutá ruka je vo výške očí a mala by smerovať k terču. Ruka držiaca luk, lakeť a ruka zadnej ruky, šíp musia byť tesne pred výstrelom v jednej línii, ako je to na nasledujúcom obrázku.



Obr. č. 1: Línia horných končatín v plnom napnutí luku a pred výstrelom.

Rozdiel v technikách je teda len v pohybe, ktorým sa do „predvýstrelovej“ polohy lukostrelec dostane. Týchto postupov existuje viac a nedá sa povedať, že len jeden z nich je správny. V ďalšom texte som sa zamerala na dva, ktoré sú z tých najčastejších.

### 2.1.1 Vrchný spôsob napínania luku

Pri vrchnom náťahu, kedy strelec začína v polohe zdvihnutých horných končatín nad úroveň ramien, sú oba sledované parametre (DFL, výslednica) vysoko nad úrovňou ideálnej polohy (príloha č.4, prvý obrázok). Aj v tejto polohe však musí platiť, že ruky oboch horných končatín a šíp sú v rovnakej úrovni, na jednej priamke. Vďaka tomuto postaveniu a následnému symetrickému „spúšťaniu“ oboch končatín je prevodná páka síl väčšia, čo umožňuje mimo iného napnutie veľmi silných lukov (príloha č.2). Je to tiež z bezpečnostných dôvodov, pokiaľ by športovec v takejto pozícii omylom vystrelil, šíp by letel smerom k terču. Ak by však lakteť zadnej ruky bol pod úrovňou šípu, letel by po výstrele šíp smerom nahor a jeho dopad by bol omnoho menej predvídateľný, nehovoriac o tom, že by doletel ďalej, než strelec pôvodne zamýšľal.

V prípravnej fáze sa aktívne zapájajú svaly zodpovedné za eleváciu extendovanej paže nad horizontálu, ďalej flexori prstov držiace luk. So začínajúcim náťahom sa zapájajú svaly zodpovedné za depresiú a addukciu lopatky. Zároveň dochádza k výraznému zníženiu aktivity flexorov prstov. To je možné len vďaka tomu, že tou istou silou, ktorou strelec napína luk, je luk tlačенý do ruky. Preto pri správnom umiestnení prsty nemusia luk zvierat', aby ne-

vypadol, ale ho len pridržujú na správnom miest. Zúčastnené svaly sú aktívne popísaným spôsobom až do dosiahnutia spomínanej „statickej“ predvýstrelovej fázy. Tento spôsob napínania luku je jednoduchší a aj technicky menej náročný než spodný náťah. Proti gravitácii je vykonávaný pohyb len na začiatku a v tom čase ešte nie je luk napínaný a preto strelec prekonáva tiaž len svojej vlastnej ruky a luku. Od okamihu začiatku napínania luku sa všetky pohyby dejú v smere pôsobenia gravitačnej sily a svaly preto nemusia vykazovať takú veľkú aktivitu ako pri druhom spôsobe. Aj kontrola polohy lopatky v depresii je jednoduchšia, pretože celý pohyb k tomuto postaveniu smeruje.

### 2.1.2 Spodný spôsob napínania luku

Tento spôsob napínania luku je používaný skôr u tradičných lukov, pretože je najbližší tradičnej loveckej lukostrelbe. Predchádzajúci je využívaný oboma skupinami strelcov, ako športovými, tak i tradičnými, najmä tými veľmi silnými. Charakteristické pre tento štýl je to, že DFL aj výslednica sú v príprave na náťah pod úrovňou ramenného kĺbu a zostávajú tu po väčšinu pohybu (príloha č. 4, obrázok č.2). Aktivitu spočiatku nachádzame len u flexorov ruky, vďaka čomu je možné držanie luku. So začiatkom napínania tetivy sa aktivujú fixátory lopatky, pôsobiace proti výslednici síl, ktorá tlačí lopatku do elevácie. Okrem nich samozrejme pracujú aj svaly umožňujúce abdukciu paže do horizontály. Tento pohyb sa deje proti pôsobeniu gravitačnej sily, ku ktorej sa pridáva sila náťahu. Technicky je tento spôsob náročnejší, a to v dôsledku pôsobenia síl, tlačiace rameno do elevácie. Preto aj aktivita dolných fixátorov musí byť vyššia. Pokiaľ si strelec neustráži správnu techniku, bude mať v konečnej fáze náťahu zdvihnuté rameno, čo bude viesť k preťažovaniu svalov (najmä m. trapezius). Výsledkom bude vznik bolestí, ktoré budú ešte výraznejšie obmedzovať správnu techniku a uzavrie sa kruh zlej techniky a bolestí.

## 2.2 Zadná horná končatina

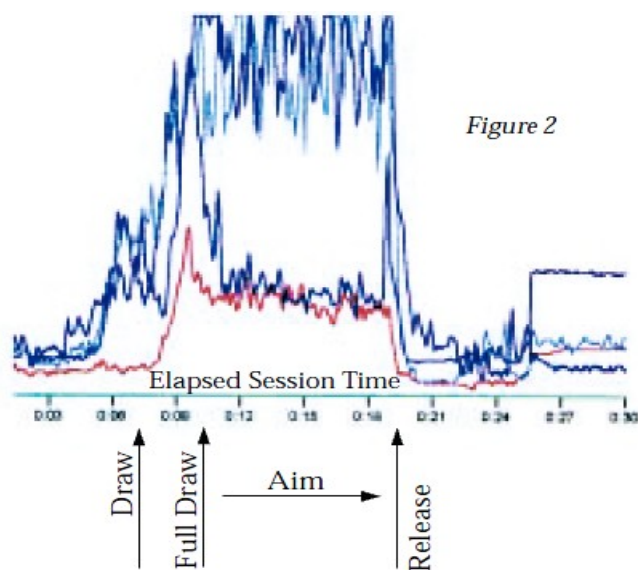
Z predchádzajúceho textu vyplýva, že ak ruka, ktorá držala luk, je označovaná ako predná, ruka ktorá je zodpovedná za natáhovanie luku, je popisovaná ako zadná. Angličtina opäť používa vystihujúce pomenovanie - drawing hand, arm, shoulder.

Rovnako ako to bolo u prednej hornej končatiny, aj v prípade zadnej platí, že hoci sa líši cesta, konečná pozícia strelca je rovnaká. Dosiahnutie konečného postoja znamená postavenie lakt'a, zápästia tejto ruky rovnako ako prednej v jednej línii. Pri správnom prevedení a využití takzvaného back tension, sú m. biceps brachii a m. triceps brachii len minimálne aktivované. Rameno a celá ruka nie sú v elevácii.

Tréneri lukostrel'by učia, že najdôležitejší pohyb v tomto športe je takzvaný „back tension“. Wise ho popisuje ako vhodne načasovaná kontrakcia mm. rhomboidei, ku ktorým sa pridáva m. levator scapulae, dôsledkom čoho dochádza k veľmi malej rotácii lopatky. Konečným výstupom tohto pohybu je vypustenie tetivy. (viz. WISE, Archery focus. 4(6)) Za tento stav sú zodpovedné primárne dva svaly, a to m. rhomboideus minor et major vykonávajúce retrakciu lopatiek smerom k chrbtici. Ďalej sa zúčastňuje m. levator scapulae, m. trapezius a stredná časť m. deltoideus. Výsledným pohybom je fyziologické priblíženie lopatiek do plnej addukcie. To umožňuje dobré držanie luku a plný náťah. V športovej lukostrel'be sa na správne používanie tohto systému používa test tisícov šíпов. Je to založené na princípe, že ak strelec používa správne všetky vyššie uvedené svaly a používa ich rovnomerne, je schopný naraz za sebou vystreliť viac ako tisíc šíпов. Pokiaľ by bol, v rámci zlej techniky, jeden sval preťažovaný na úkor ostatných, takúto záťaž by strelec nebol schopný zvládnuť.

V nasledujúcom grafe, ktorý bol získaný na základe testovania športovcov pri ich výkone, je znázornená najvhodnejšia postupná aktivácia svalových skupín v jednotlivých fázach - napínanie (draw), plné napnutie (full draw), doba mierenia (aim) a napokon okamih výstrelu (release). Na začiatku testovania boli vybratí strelci, ktorí objektívne dodržiavali správnu techniku

napínania luku (dobrá pozícia oboch horných končatín, zvládnutý test tisícich šípov a tým pádom správne používanie back tension, vhodne zvolená sila luku). Na ich svaly boli pripevnené elektródy a následne boli vyzvaní, aby opakovane napínali luk, v plnom napnutí na okamih zastavili a napokon vypustili šíp. Nábor jednotlivých svalov a ich aktivita boli prostredníctvom elektród prenášané a vyhodnocované pomocou elektromyleografu. Výsledky boli vyhodnotené a záver zaznamenaný do podoby nasledujúce grafu. (viz. WISE, Archery focus. 4(6))



Obr. č.2: Zapojenie svalových skupín náťahovej ruky pri napínaní a pri výstrele z luku.

Tmavomodrá- mm. rhomboidei (A)

Svetlomodrá- levator scapulae+ vrchné vlákna m. trapezius (B)

Fialová- m. trapezius + infraspinatus (C)

Červená- stredná časť m. deltoideus + m. triceps brachii (D)

Ako je možné vidieť v okamihu začiatku náťahu sa výrazne aktivujú všetky svaly s výnimkou strednej časti deltového a tricepsu. Ako prvé by mali začať pracovať mm. rhomboidei, čo na tomto grafe predstavuje prvý hrot modrej krivky. S pokračujúcim pohybom rastie aktivita už zapojených svalov a pridávajú sa oba do tejto doby zrelaxované a tie svojho maxima spolu s m. trapezius a m. infraspinatus dosiahnu ešte pred plným napnutím. Vo chvíli

plného napnutia luku sú svalové skupiny A,B vo svojom maximálnom výkone a skupina C a D už svoju aktivitu redukujú. Pri mierení poklesne ich aktivita dokonca na 20% ich dosiahnutého maxima. Mm. rhomboidei, m. levator scapulae a m. trapezius udržiavajú napätý luk po celú dobu mierenia. Vypustenie šípu a uvoľnenie ruky znamená pokles aktivity všetkých zúčastnených svalov na ich kľudovú hodnotu. Mnoho strelcov robí v tomto postupe chybu, ktorá vo výsledku znamená vznik bolestí chrbta. V snahe zamieriť zastavia napínanie, je jedno v akom pokročilom štádiu, a nevedome zrelaxujú napätie vo svaloch, ktoré by malo prebiehať po danej krivke. Je totiž veľmi jednoduché zrelaxovať svaly pred dosiahnutím ich napäťového maxima zapojením iných. Je ale potrebné omnoho viac energie a námahy na dokončenie pohybu, než keby bol vykonaný plynule. S tým súvisí tendencia používať na dotiahnutie skôr svaly ruky a ramena než medzilopatkové. Pre strelca to okrem vzniku bolestí znamená aj stratu stálosti a jednotnosti výstrelu, ktorá je pre presnú streľbu nepostrádateľná.

Udržanie lopatky ruky napínajúcej luk v protrakcii rovnako ako tej, čo drží luk, znižuje napätie svalov ramena a umožňuje plný rozsah pohybov.

### 2.2.1 Vrchný spôsob napínania luku

Začína v elevovanej pozícii nad úrovňou ramena. DFL a výslednica síl boli popísané v predchádzajúcej podkapitole. Aktivované sú svaly zodpovedné za flexiu v lakti, eleváciu ramena, ďalej flexory prstov, pomocou ktorých je možné držať tetivu. Je dôležité, aby na začiatku napínania boli predná aj zadná ruka v rovine. Postupne sa pridávajú svaly zodpovedné za addukciu a depresiu lopatky a zvyšuje sa napätie vo flexoroch prstov. Ideálne zapojenie svalov a dĺžka ich aktivity je znázornené na obrázku č.2.

### 2.2.2 Spodný spôsob napínania luku

Vychádzajúca pozícia je v zrelaxovanom postavení, jediné aktívne svalové skupiny sú flexory prstov zodpovedné za držanie tetivy. Nasleduje súčasná aktivita svalov zdvíhajúcich ruku do horizontálnej polohy a adduktorov

lopatky. Podobne ak v predchádzajúcom spôsobe sa zvyšuje aktivita flexorov prstov v dôsledku zväčšovania sa náťahovej sily.

### **3. Úrazy ramena pri lukostrelbe**

Úrazy, ktoré vznikajú pri tomto športe, môžeme v zásade rozdeliť do dvoch skupín. Na tie, ktoré boli spôsobené šípmom a na také, za ktoré môže samotný luk.

Zranenia šípmom bývajú penetrujúceho charakteru a veľmi často život ohrozujúce. V lepšom prípade dôjde len k zasiahnutiu svalovej hmoty na nohách alebo rukách. Ide o ľahší typ zranenia za predpokladu, že nedôjde k porušeniu niektorej veľkej tepny. Bohužiaľ, ďaleko častejšie sa stretáme s priestrelom hrudníka a životne dôležitých orgánov. Súvisí to s tým, že konečná poloha rúk pred výstrelom je presne v úrovni hrudného koša. Nemenej nebezpečná je aj hroziaca otrava krvi, čiže sepsa, pretože hrot šípu je všetko,, len nie sterilná plocha.

Úrazy, alebo skôr zranenia z druhej skupiny, síce strelca nezabijú, ale vedú veľmi nepríjemný život a obmedziť športovca vo vykonávaní bežných denných aktivít a samozrejme aj v tréningu. Sú situované takmer výlučne na hornú polovicu tela a týkajú sa ako prstov, predlaktia, tak aj krku, chrbtice a primárne ramenného kĺbu.

Z pohľadu oboch horných končatín nachádzame úrazy ramena častejšie na zadnej ruke. Medzi najčastejšie patria zápaly šliach a poranenia rotátorovej manžety. Oba tieto problémy vychádzajú zo zlej techniky napínania luku, alebo z precenenia vlastných možností a s tým súvisiacou voľbou príliš silného luku. V oboch prípadoch nie sú medzilopatkové svaly schopné vyvinúť dostatočne veľkú silu a správny pohybový stereotyp, aby natiahli tetivu a zastabilizovali lopatku v pozícii ako u druhej ruky. Na pomoc teda prichádzajú svaly, ktoré by za normálnych okolností pri tomto pohybe mali ostať zrelaxované alebo len minimálne aktivované. Sú to najmä m. biceps a triceps brachii a m. trapezius. Pokiaľ strelec pociťuje bolesti v oblasti medzi krkom a ramenom, ide s najväčšou pravdepodobnosťou o poranenie horných vlákien m. trapezius. Toto vzniká v dôsledku ich nadmerného zapojovania v



priebehu náťahu a ďalej v dôsledku elevácie ramena pred výstrelom (iným spôsobom nie je strelec schopný tak „ťažký“ luk udržať), ktorá u svalu neprimerane zvyšuje napätie. Riešením by malo byť tréningovanie správnej techniky tak, aby pred výstrelom bolo rameno a paža v horizontále a nedochádzalo k elevácii ramena. Ďalej posilňovanie medzilopatkových svalov a v prípade skrátene a hypertonusu m. trapezius je vhodné do kompenzačného cvičenia zaradiť jeho uvoľňovanie a pretáhovanie. Prvým krokom by však malo byť zváženie možnosti kúpenia slabšieho luku, ktorý by strelec zvládol „utiahnuť“ svalmi v aktuálnom stave. Bolesti m. triceps a m. biceps brachii bývajú naproti tomu spôsobované zlyhaním mechanizmu takzvaného back tension, opísaného v predchádzajúcej kapitole. Tu pre nedostatočne silné medzilopatkové svaly je celá tiaž luku ťahaná svalmi paže. To, v mnohých prípadoch spoločne s precenením vlastných možností, vedie k ich mikrotraumatizácii a postupnému rozvoju bolestí. Spočiatku sa objavujú len pri dlhšom tréningu, neskôr aj pri bežných denných činnostiach. Podobne ako pri poranení m. trapezius, aj tu je vhodným spôsobom predchádzania problémov zakúpenie slabšieho luku a hlavne posilňovanie medzilopatkového svalstva.

Bolesti svalov rotátorovej manžety bývajú spôsobené jednak disbalanciami medzi jednotlivými skupinami, ďalej v dôsledku ich pretázenia, nesprávneho naťahovania a chýb v tréningu (príliš mnoho opakovaní, nedostatočné kompenzačné cvičenia).

Disbalancie vznikajú obvykle na podklade väčšej aktivity vnútorných rotátorov ramenného kĺbu (najmä m. subscapularis, pectoralis major a m. latissimus dorsi). Ich príliš veľký ťah až skrátene, spôsobené rokmi fixovaným zlým držaním tela, môžu za to, že vonkajšie rotátory sú oslabené. Postavenie v ramennom kĺbe je teda pozmenené. Keď sa k tomu pridá opakovaná záťaž, ktorú predstavuje napínanie luku, zlé postavenie celého kĺbu spôsobí jeho patologický pohyb, dochádza k poraneniám príslušných štruktúr a k vzniku bolesti. V anglickej literatúre je tento stav označovaný ako syndróm rotátorovej manžety alebo nestabilita ramena.

Veľmi nepríjemný a obmedzujúci stav spôsobený preťažovaním je zápal týchto svalov. Pokiaľ strelec rameno nešetří a pokračuje v tréningu, môže sa zhoršovať a prejsť na hlbšie štruktúry. Nezriedka sa v náväznosti na zápal svalov vyvinie burzitída. Tá môže vznikáť aj z iných príčin, ako napríklad nesprávna poloha ramena pri športe, nedostatočný strečing svalov alebo nedostatočné precvičenie pred tréningom. Trénerka Anette M. Musta pomenováva prebiehajúci zápal a s ním spôsobené obmedzenie pohybu ako impingement syndrome. Prvým prejavom býva prítomnosť bolesti v ramene pri zdvihu hornej končatiny nad úroveň hlavy. Neliečený potom vedie k bolesti pri natáhaní ruky dopredu a pri tlačení. (viz. Musta, 2001) Ignorovanie a nedostatočná terapia týchto problémov býva teda príčinou obmedzenia rozsahu pohybov v ramennom kĺbe, čo sa negatívne premietne do tréningu rovnako ako do aktivít bežného života. Pri vzniku syndrómu terapia začína kľudovým režimom až do odoznenia zápalu. Potom nasleduje fáza posilňovania svalov smerujúcich k vyrovnaníu disbalancií medzi jednotlivými skupinami. Napokon je možné postupné zaraďovanie do tréningového procesu a zvyšovanie záťaže. Pokiaľ je však poškodenie zápalom príliš veľké a nie je dodržaný kľudový režim, môže dôjsť pri zvýšenej záťaži k natrhnutiu alebo pretrhnutiu svalu rotátorovej manžety a tu už je jedinou cestou k obnove operácia.

Predísť týmto problémom sa dá voľbou primerane ťažkého luku, posilňovaním svalov rotátorovej manžety a samozrejme posilňovaním medziložkových svalov, ktoré zabezpečia správnu techniku. Ďalej rozumným dávkovaním tréningu, primeranou rozcvičkou a kompenzačnými cvikmi.

Na prednej končatine najčastejšie vznikajú problémy pri nedodržanej extenzii lakťa v priebehu napínania (príloha č.7). Strelec pokrčí lakeť a je potrebná zvýšená aktivita svalov, ktoré musia lakeť stabilizovať a vyvažovať pôsobenie napínacej sily. Pri dlhodobo trvajúcim stave sa veľmi často rozvíjajú tendinitídy. Prevencia je jednoduchá- dbať na správnu techniku.

Okrem zranení na pohybovom aparáte môže luk spôsobiť drobné ode-ry na tvári a to v miestach, kde strelec prikladá tetivu alebo ruku v rukavici.

## 4. Záver

Prečítaním väčšieho množstva zahraničnej, prevažne britskej a americkej literatúry, som dospela k zisteniu, že neexistuje jediná správna metóda či technika lukostrel'by. Športovci využívajú rôzne spôsoby napínania luku a aj samotné luky sa líšia svojou stavbou a vlastnosťami. Vzhľadom k tomu, že pri lukostrel'be je zapojené skoro celé telo (od horných končatín, posturálneho systému a bránice až po dolné končatiny ), možností vzniku úrazov a bolestí je veľa. Kvôli šírke problematiky som sa rozhodla zamerať na jednu jej časť, a to na ramenný kĺb. Uvedomujem si, že na problémy v oblasti ramena sa nedá pozeráť izolovane. Rovnako ako môže byť bolesť ramena výsledkom reťazenia porúch v iných častiach tela, tak problém v ramennom kĺbe sa spočiatku môže manifestovať obmedzením pohybov v lakti alebo vznikom bolesti chrbta.

Napriek tomu, že sa spôsoby striel'ania z luku u jednotlivých športovcov líšia, sú techniky a princípy, ktoré sú pre ne spoločné a ich správne dodržiavanie prispieva k obmedzeniu vzniku bolestí a úrazov na pohybovom aparáte. Medzi najdôležitejšie patrí takzvaný back tension. Pohyb založený na správnom zapojovaní medzilopatkového svalstva umožňujúci dosiahnuť plného napnutia luku za pomoci minimálnej aktivity m. biceps a triceps brachii.

Je dôležité, aby sa strelec naučil ňaťahovať luk na jedenkrát. Akékoľvek zastavenie v priebehu napínania tetivy znamená zrelaxovanie minimálne časti svalov podieľajúcich sa na back tension. A napriek tomu, že zrelaxovanie bolo jednoduché, znovu zapojenie svalov je náročný úkon vyžadujúci omnoho viac síl, akoby to bolo v prípade, keby by strelec pohyb nezastavil. Obvykle sú svaly na to príliš slabé a pridávajú sa k nim tie skupiny, ktoré by mali ostať zrelaxované alebo len mierne aktivované.

Ďalej je to princíp skladania síl pôsobiacich na strelca. Je dôležité poznať pôsobenie výslednice ňaťahovej sily (pôsobiacej horizontálne) a sily tiažovej danej váhou luku pôsobiacej kolmo k zemi. Pokiaľ nedôjde k prispôsobeniu sily a váhy luku anatomickým pomerom strelca, bude výslednica spôsobovať príliš veľký posun lopatky do elevácie alebo depresie.

Lukostrelec bude musieť vo zvýšenej miere dbať na dodržanie správneho postavenia v plnom napnutí, teda ruku, rameno oboch horných končatín v jednej línii. Pokiaľ teda zvýšime silu náťahu so súčasným zachovaním alebo zmenšením pôvodnej váhy luku, dôjde k posunu výslednice smerom nahor a ramenný kĺb bude tlačný do depresie. Opačný prípad nastane, ak budeme naopak silu náťahu redukovat'. Výslednica sa bude posúvať smerom nadol a bude tlačit' ramenný pletenec do elevácie. Je preto dôležité, aby tréneri lukostrel'by dobre zvažili pomer váhy a tiaže luku najmä u začínajúcich športovcov, ktorí ešte nemajú natréňovanú a ustálenú správnu techniku. Až po jej zvládnutí by mali prechádzať na ťažšie luky, ktoré posunú výslednicu kauzálnu. U lukostrelca s dobrou technikou naťahovania však lopatkové svaly dokážu udržať správne postavenie.

V neposlednej rade je to postavenie strelca tesne pred výstrelom. Telo by malo byť v celkovo uvoľnenom postavení. Ramená spustené v neutrálnej polohe, bez rotácii, elevácie či príliš veľkej depresie. Zvýšenú aktivitu by sme mali pozorovať len u flexorov prstov ruky napínajúcej luk, medzilopatkového svalstva, m. levator scapulae a u vrchných vlákien m. trapezius. Natiahnutá ruka je vo výške očí a mala by smerovať k terču. Ruka držiaca luk, lakeť a ruka zadnej končatiny, šíp musia byť tesne pred výstrelom v jednej línii.

Dobrá pohybová vzorec teda môže začínať vo vysokej, nízkej alebo strednej pozícii. Na začiatku sa ho budú zúčastňovať len svaly potrebné k udržaniu luku v danej polohe. S postupujúcim náťahom sa budú aktivovať hlavne mm. Rhomboidei ,ktorú svoju maximálnu aktivitu dosiahnu ešte pred plným napnutím a aktivované zostanú až do samotného výstrelu. Spolu s nimi budú aktivované aj m. levator scapulae a vrchné vlákna m. trapezius. Naopak minimálnu aktivitu by mali vykazovať svaly paže. Pohyb do plného napnutia je plynulý a nemal by byť prerušený. Končit' by mal v horizontálnej polohe a mala by byť zachovaná správna napínacia línia. Tá by mala prebiehať čo najbližšie strelcova tela, aby bolo zachované plné napnutie s čo najnižšou aktivitou zúčastnených svalov.

Nedodržiavanie správnej techniky, voľba nevhodného luku, príliš veľká tréningová záťaž alebo nedostatočný strečing môže veľmi rýchlo viesť

k rozvoju bolestí ramena. Medzi najčastejšie poranenia spôsobené lukostreľbou patria tendinitídy svalov lakt'a prednej končatiny. Zápaly svalov rotátrovej manžety, ktoré pri neliečení môžu vyústiť až do burzitídy. Ničím zriedkavým sú bolesti ramena a šije spôsobené preťažovaním svalov najčastejšie v dôsledku vzniku disbalancii.

## **5. Zhrnutie**

Táto bakalárska práca pojednáva o základných princípoch pohybu ramena a lopatky v súvislosti s lukostreľbou. Prvá časť obsahuje anatomické, biomechanické a kineziologické informácie o ramennom pletenci. V druhej sú rozobrané základné princípy a techniky pohybu v ramennom kĺbe s dôrazom na pôsobenie síl a prácu medzilopatkového svalstva. V poslednej, tretej časti sa v krátkosti zameriava na problémy, ktoré v oblasti ramenného kĺbu môžu vznikáť pri nesprávnej technike streľby.

## **6. Summary**

This bachelor thesis is dealing with basic principles of a movement of a shoulder joint and shoulder blade with a regard to the archery. The first part includes anatomical , biomechanical and kinesiological information about the shoulder girdle. The second part is discussing basic principles and techniques of a movement in the shoulder joint with an emphasis on forces and a work of muscles between shoulder blades. The last part is a brief focus of problems in the shoulder joint which may arise from an improper shooting technique .

## 7. Zoznam použitej literatúry

1. AXFORD, Ray. *Archery anatomy*. Suffolk: St. Edmundsbury Press Limited 2006. ISBN 0-285-63265-6
2. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1*. 2.vydání. Praha: Grada Publishing a.s., 2001. ISBN 80-7169-970-5
3. DYLEVSKÝ, Ivan. *Obecná kineziologie*. 1.vydání. Praha: Grada Publishing,a.s., 2007. ISBN 978-80-247-1649-7
4. DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. 1.vydání. Praha: Grada Publishing,a.s., 2009. ISBN 978-80-247-1648-0
5. FERGUSON, Byron. *Become the arrow*. 11th printing. HELGELAND, Glenn. Wisconsin: Ripon printers,2008. ISBN 0-913305-09-X
6. GERARD, Mike. Archery Injuries How we get them, correction and prevention. *Archery Focus*.1999, 3(3) ,1-5. ISSN 1541-7506
7. KIDWELL, Jay. *Instinctive archery insights*.3rd printing. Cassville: Litho printers, 2009. ISBN 0-9639718-2-4
8. LARVEN, Jim. *Shooting technique: Biomechanics*. PARK, James, LARVEN, James. Version 3 September 2007. Archery Australia
9. LARVEN, Jim. *Shooting technique: Advanced shooting technique*. PARK, James, LARVEN, James. Version 4 November 2007. Archery Australia
10. MARSICK, Jeff. Repairing and preventing rotator cuff injuries. *Archery focus*. 2004, 8(4), 14-16. ISSN 1541-7506
11. McKINNEY, Rick. *The simple art of winning*.1. edition. Tokyo: Tokyo Shoseki Insatsu Co., 1996
12. MUSTA, Anette M. Taking care of your rotator cuff and shoulder. *Archery focus*.2001, 5(2), 10-13. ISSN 1541-7506
13. PUTZ, Reinhardt. *Sobottův atlas anatomie člověka, Díl 1*. 1.české vydání. PABST,Reinhardt. Praha: Grada Publishing,a.s.,2007. ISBN 978-80-247-1870-5
14. RAYAN, Ghazi M. Archery- related injuries of the hand, forearm, and elbow. *Southern medical journal*.1992,85 (10), 961-964.ISSN 0038-4348



15. VÉLE, František. *Kineziologie*. 2. vydanie. Praha: Triton, 2006.

ISBN 80- 7254- 837-9

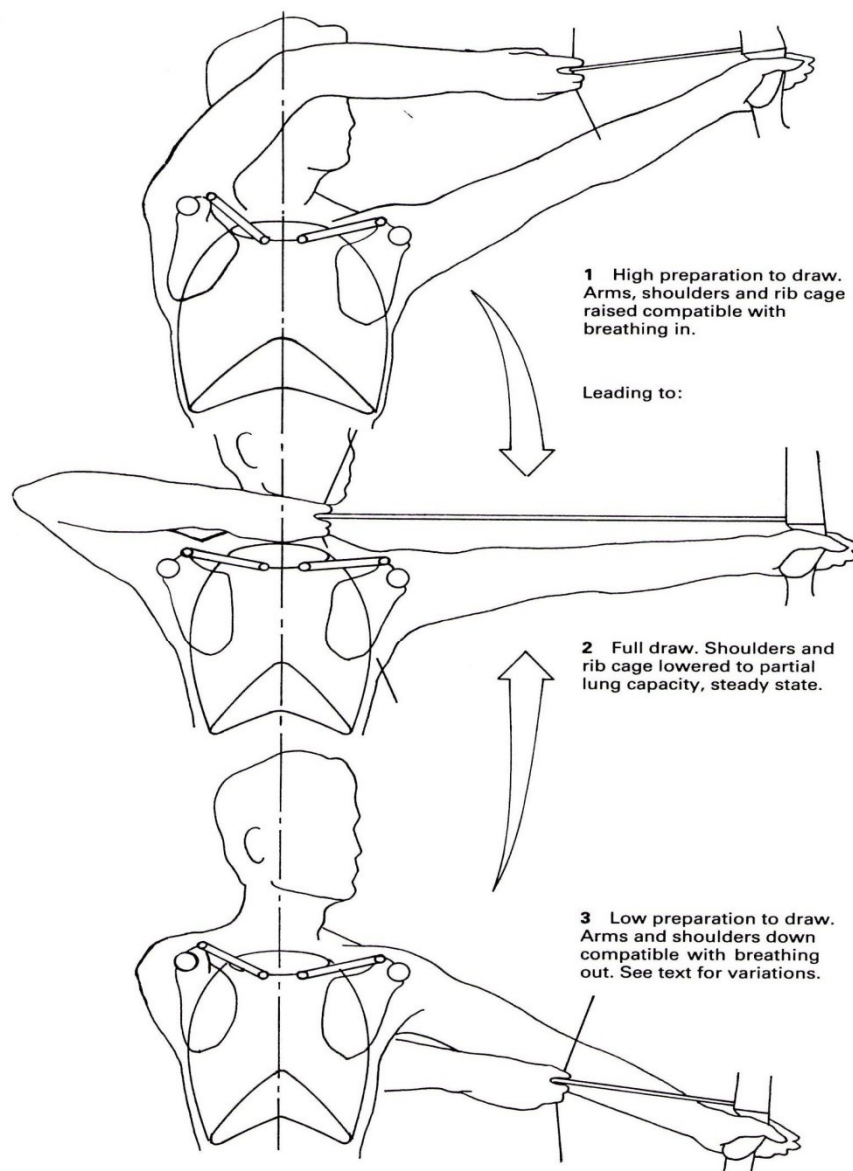
16. WISE, Larry. Back tension;A scientific view. *Archery focus*. 2000, 4(6),  
12-13. ISSN 1541-7506

## **8. Zoznam príloh**

1. Príloha č.1: Začiatková poloha horných končatín pri hornom type náťahu (1), dolnom spôsobe (3) a konečný plný náťah (2). Pohyby bránice.
2. Príloha č.2: Pohyby horných končatín od počiatkovej hornej polohy až po plný náťah
3. Príloha č.3: Účinok síl na lopatku pri rôznom postavení ramena- podporovanie pohybu lopatky do depresie (1),elevácie(3) a pohyb do
4. Príloha č.4: Smer pohybu lopatky v dôsledku pôsobenia síl pri náťahu; počiatkové polohy pre napínanie luk- vrchný náťah , spodný
5. Príloha č. 5: Sily pôsobiace na ruku a ich výslednica
6. Príloha č. 6: Línia náťahu (DFL)
7. Príloha č.7: Smer pôsobenia síl na laket'- v extenzii (1), v rôznom stupni flexie

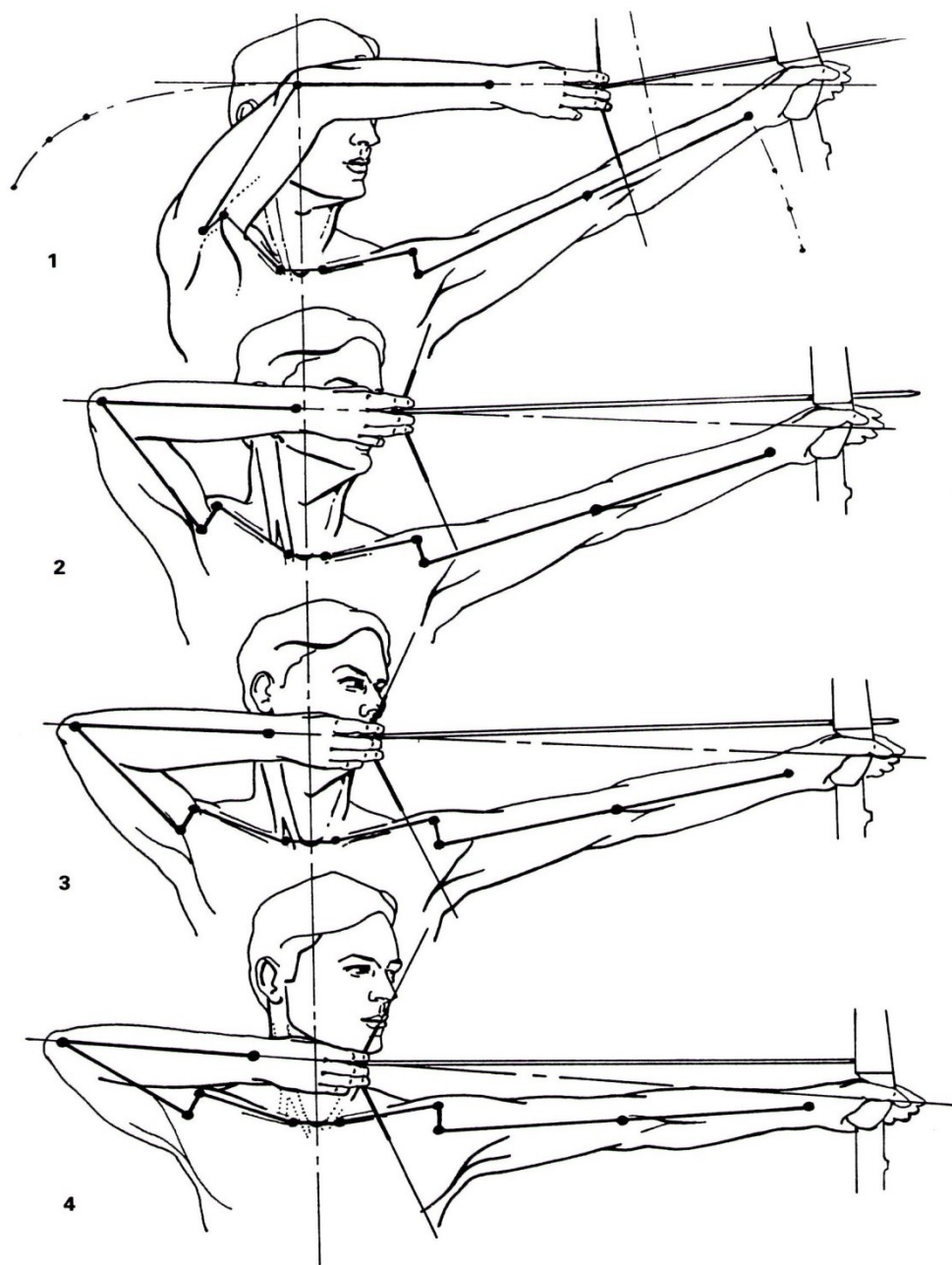
## 9. Prílohy

Príloha č.1: Začiatková poloha horných končatín pri hornom type náťahu (1), dolnom spôsobe (3) a konečný plný náťah (2). Pohyby bránice.



**Zdroj:** AXFORD, Ray. Archery anatomy. Suffolk: St. Edmundsbury Press Limited 2006. ISBN 0-285-63265-6

**Príloha č.2: Pohyby horných končatín od počiatocnej hornej polohy až po plný náťah**

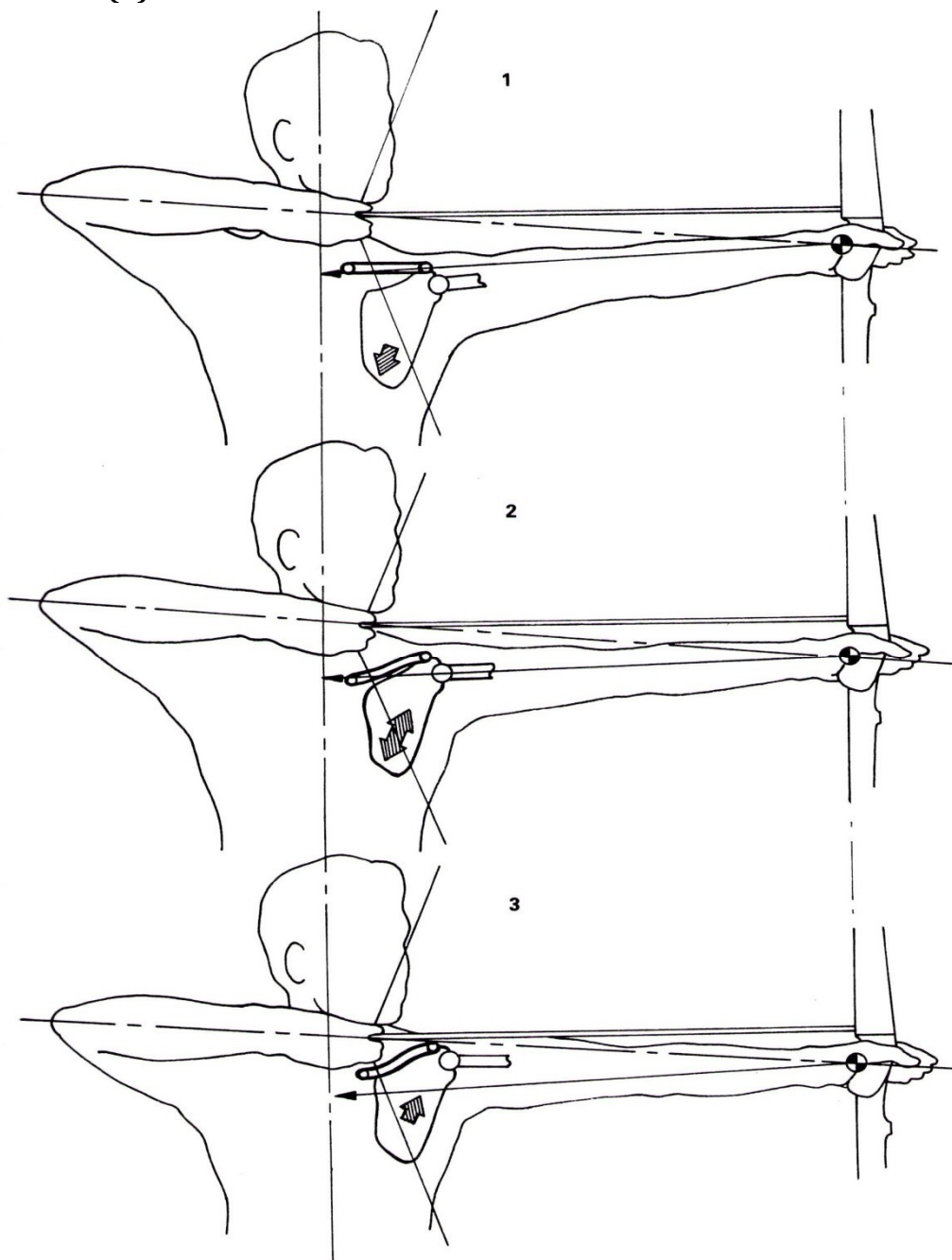


Obrázok č.1: Nastavenie počiatocnej polohy pri vrchnom spôsobe napínania. Ruky oboch končatín sú v jednej úrovni.

Obrázok č.2-4 : Postupné napínanie až do konečnej polohy(4)

**Zdroj:** AXFORD, Ray. Archery anatomy. Suffolk: St. Edmundsbury Press Limited 2006.ISBN 0-285-63265-6

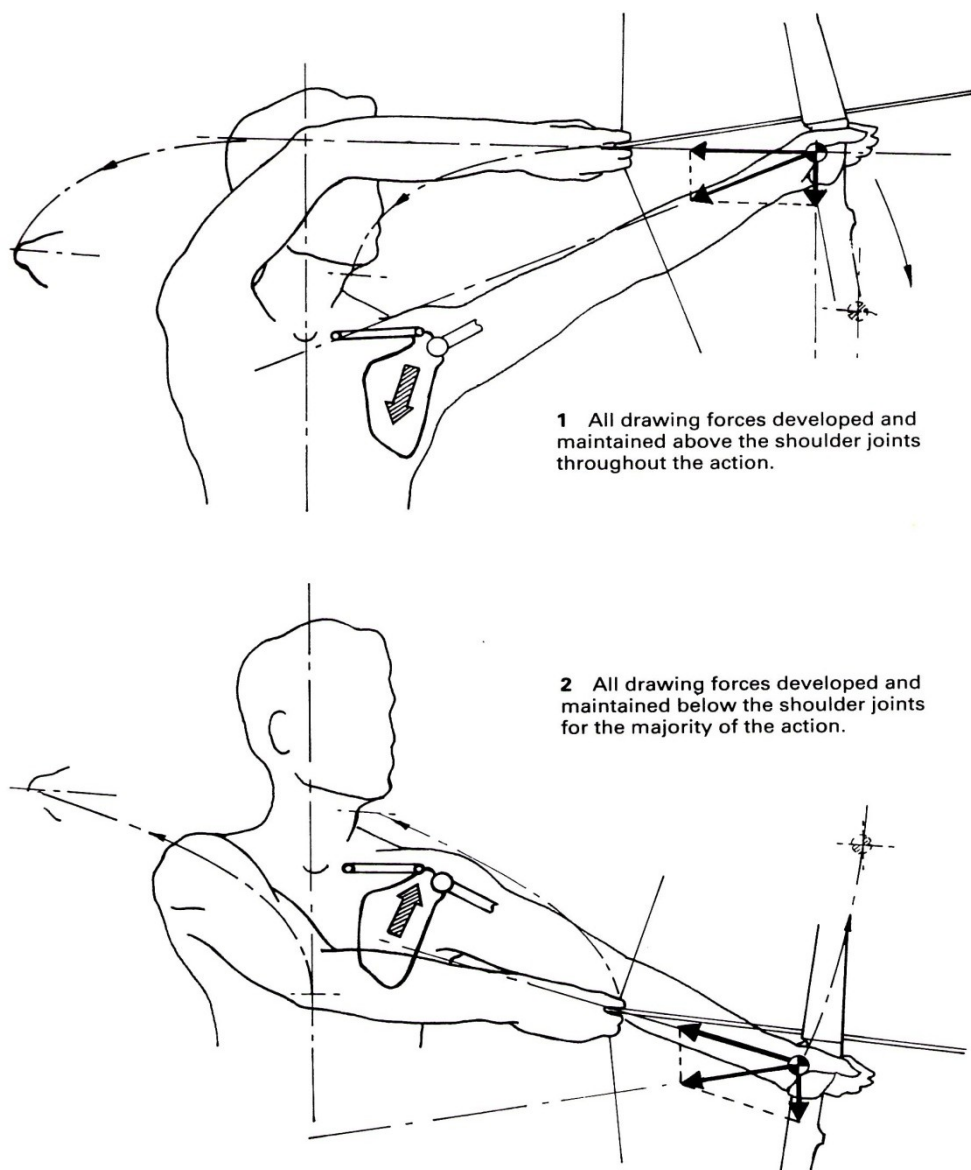
**Príloha č.3: Účinok síl na lopatku pri rôznom postavení ramena- podpo-  
rovanie pohybu lopatky do depresie (1),elevácie(3) a pohyb do oboch  
smerov (2)**



**Zdroj:** AXFORD, Ray. Archery anatomy. Suffolk: St. Edmundsbury Press

Limited 2006.ISBN 0-285-63265-6

**Príloha č.4: Smer pohybu lopatky v dôsledku pôsobenia síl pri napínaní luku; počiatkové polohy pre napínanie luk- vrchný náťah, spodný**

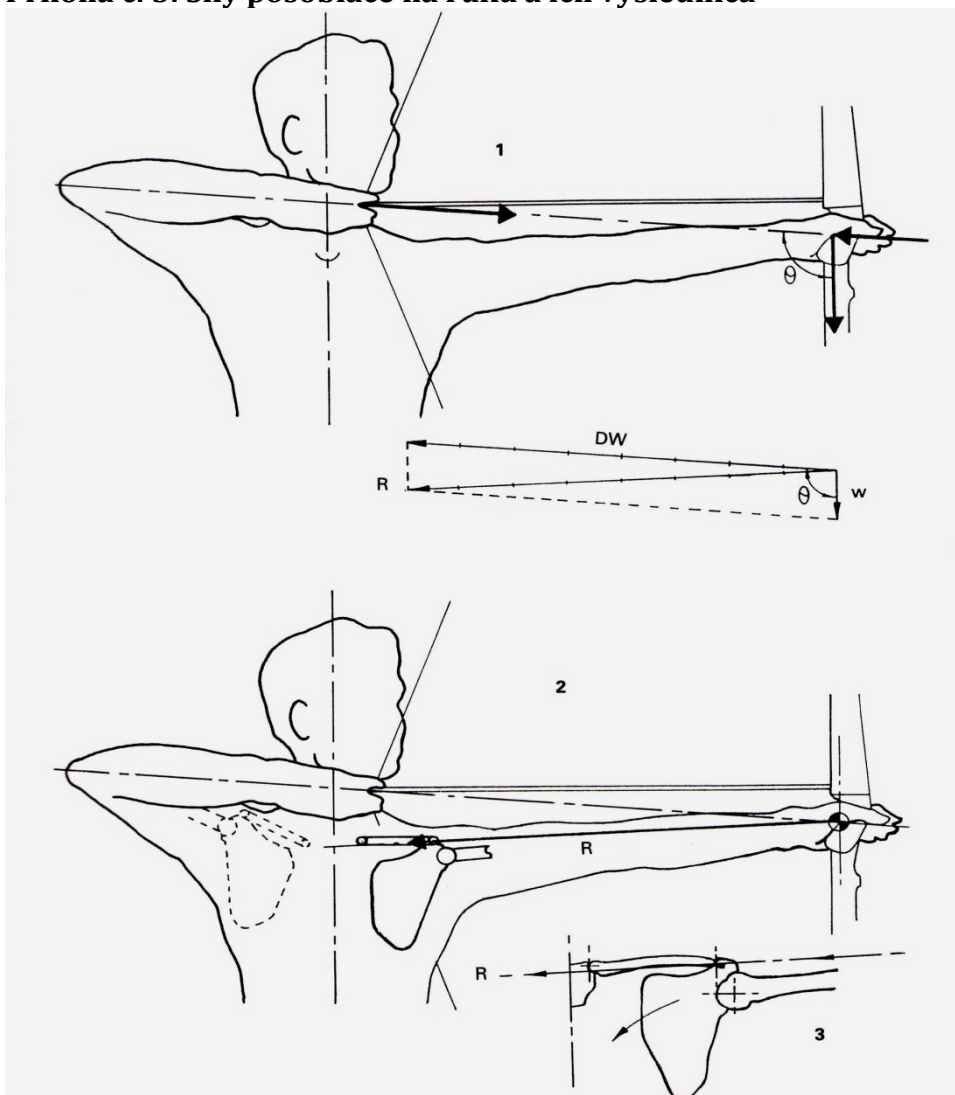


Obrázok č.1.: Vrchný typ náťahu, kedy strelec začína v polohe so zdvihnutými rukami. Tmavo zvýraznené šípky, sú vektory pôsobiacich síl a ich výslednica umiestnená vysoko nad svoju ideálnu polohu. Šípka na lopatke znázorňuje posun lopatky ku ktorému bude pri napínaní luku dochádzať vplyvom pôsobiacich síl.

Obrázok č.2.: Spodný typ náťahu. Napínanie začína so spustenými rukami. V tomto prípade je výslednica enormne nízko pod ideálnou polohou. Šípka na lopatke opäť naznačuje jej budúci pohyb.

**Zdroj:** AXFORD, Ray. Archery anatomy. Suffolk: St. Edmundsbury Press Limited 2006.ISBN 0-285-63265-6

## Príloha č. 5: Sily pôsobiace na ruku a ich výslednica



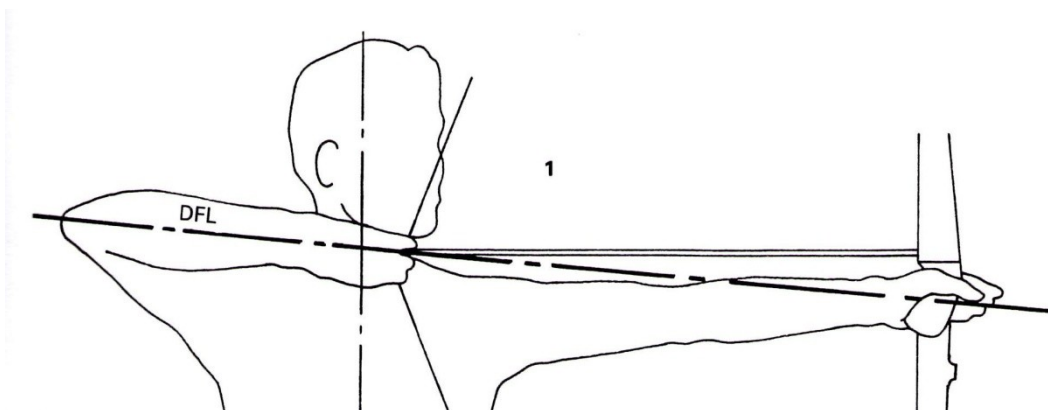
Obrázok 1.: sily pôsobiace na lukostrelca. Napínacia sila, označená  $dw$ , smerujúca horizontálne a tiažová sila, značená písmenom  $w$ , smerujúca vertikálne. Ich výslednica je potom označená  $R$ . V pravo dole pri obrázku je grafické znázornenie popisovaných síl.

Obrázok 2.: Správne smerovanie výslednice síl cez kostené štruktúry hornej končatiny až do akromioklavikulárneho skĺbenia.

Obrázok 3.: Pohyb lopatky spôsobovaný tlakom výslednice síl do art. acromioclavicularis

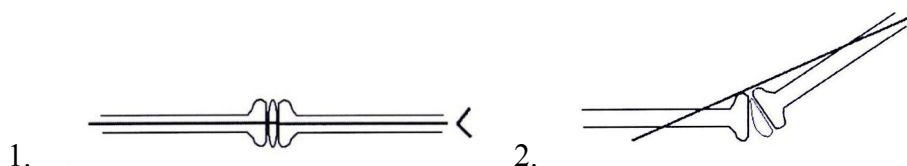
**Zdroj:** AXFORD, Ray. Archery anatomy. Suffolk: St. Edmundsbury Press Limited 2006. ISBN 0-285-63265-6

## Príloha č. 6: Línia náťahu (DFL)



**Zdroj:** LARVEN, Jim. Shooting technique: Biomechanics. PARK, James, LARVEN, James. Version 3 September 2007. Archery Australia

## Príloha č.7: Smer pôsobenia síl na lakte' - v extenzii (1), v rôznom stupni flexie (2)



Na prvom obrázku je lakte' v plnej extenzii a tlak spôsobovaný napínaním tetiva prebieha cez stred kĺbu. To umožňuje menšie zapojenie svalov hornej končatiny. Na obrázku č. 2 je znázornená situácia keď sa lakt'ový kĺb nachádza vo flektovanej pozícii. Výslednica pôsobiacej sily nejde priamo cez kĺb a kosti. Tým podporuje flexiu a na udržanie stabilnej polohy hornej končatiny držiacej luk je potreba omnoho väčšej svalovej práce a zapojenia ďalších skupín.

**Zdroj:** LARVEN, Jim. Shooting technique: Biomechanics. PARK, James, LARVEN, James. Version 3 September 2007. Archery Australia