

Český svaz taekwon-do ITF

NĚKOLIK POZNÁMEK K TEORII SÍLY

2023

Pavel Šnábl

Několik poznámek k teorii síly

Pavel Šnábl

22. března 2023

Úvod

Moje “DO“ začalo v roce 1999, když mi bylo 9 let. Od té doby uplynulo 24 let a spousta věcí se změnila. Od relativně malých změn ve způsobu provádění některých základních pohybů v taekwondu, které se udály v posledních dvou desetiletích, přes velké zlepšení způsobu výuky taekwonda v naší škole Sonkal a celkově v České republice díky neustálému vzdělávání našich instruktorů, až po největší změny, které pozoruji na sobě.

Když jsem před více než dvaceti lety začínal, byl jsem dítě bez jakýchkoli vědomých znalostí o biomechanice svého těla. V tom věku byly všechny děti stejné. Víceméně věděly, jak běhat, skákat, šplhat atd. protože se to naučily většinou metodou pokusu a omylu. Pak jsem přišel do školy taekwonda a začal se učit první techniky. Tehdy byly tréninky začátečnicků většinou drilem základních pohybů. Vzpomínám si, jak jsme chodili sem a tam v gunnun sogi nebo dlouho stáli v jedné pozici, než instruktor všechny studenty opravil. Buď se pohyby vysvětlovaly velmi málo, nebo jsem byl prostě příliš mladý na to, abych je pochopil, každopádně to, co jsem se naučil, mělo blíž k taneční choreografii než k pohybům bojového umění.

O pár let později a po několika splněných zkouškách, když mi bylo kolem 15 let a měl jsem zelený pásek, nás začali učit praktičtější využití pohybů taekwonda - v matsogi, wiroku a tki. Mě a mé kamarády začal bavit wirok, protože ten pocit, když se zlomí desky, je velmi uspokojivý. I když jsem od instruktorů dostával mnoho oprav, jak zlepšit techniku a tím pádem zlomit více desek, stále byly mé znalosti o teorii síly velmi malé. Samozřejmě jsem během wiroku musel většinu bodů začlenit, ale nevěděl jsem, že to dělám a proč.

Trvalo mi ještě několik let cvičení taekwonda, než jsem poprvé slyšel o teorii síly. Mezitím jsem si také natolik začal uvědomovat jak funguje mé tělo, že mi začalo docházet, jak by měly být techniky prováděny co nejefektivněji. Následně jsem začal studovat strojní inženýrství na univerzitě, kde mě potkaly předměty jako mechanika a dynamika a začal jsem vnímat lidské tělo jako velmi důmyslný stroj, který se musí řídit fyzikálními principy. Od té doby mi vysvětlení teorie síly v encyklopedii taekwon-do připadalo poněkud nejasné.

V této eseji, která je součástí méj zkoušky 4. DAN, bych rád prošel všechny body teorie síly a vysvětlil, jak ji já osobně jako strojní inženýr chápu. Uvedu další příklady z reálného života, jiné, než jsou uvedeny v encyklopedii, kterými se pokusím ilustrovat moje vysvětlení. Tato práce by mohla studentům, dodatečně k encyklopedii, rozšířit obzory v chápání teorie síly.

Poznámky k teorii síly

Na začátku je nutné projít fyzikální veličiny a principy, které se používají k vysvětlení teorie síly. Bohužel i v encyklopedii jsou někdy odborné termíny fyzikálních veličin zaměňovány nebo nesprávně používány. Navíc překlady Encyklopedie mohou být ještě více zavádějící. Například do češtiny se „theory of power” překládá jako „teorie síly”, přestože v Encyklopedii je jasně termín „power” použit pro označení kinetické energie [svazek 2, strana 47].

Začnu energií obecně, protože energie pohání všechny změny ve vesmíru. Obvykle se pro energii používá symbol E a jednotkou je Joule (J). Existuje několik druhů energie, mechanická, tepelná, elektrická, chemická atd., ale pro vysvětlení teorie síly je důležitá pouze první zmíněná, mechanická. Mechanická energie je součtem kinetické energie E_K (v encyklopedii označované jako P) a potenciální energie E_P :

$$E = E_K + E_P. \quad (1)$$

Kinetická energie souvisí s pohybem tělesa a je závislá na jeho hmotnosti m a rychlosti v :

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2, \quad (2)$$

zatímco potenciální energie je energie uložená v poloze těles, vnitřním napětí atd. Pro nás je důležitá gravitační potenciální energie, která závisí na gravitačním zrychlení země g , hmotnosti tělesa m a výšce h , ve které je těleso umístěno:

$$E_P = mgh. \quad (3)$$

Energii můžeme považovat za veličinu, která může vyčíslit možný destruktivní účinek. Například energie výbuchu bomby se obvykle vyjadřuje v ekvivalentu TNT, přičemž 1 tuna TNT může při výbuchu uvolnit energii 4,184 GJ. V taekwondě je potřeba určité množství energie na zlomení desky, určité množství energie na zlomení kosti protivníka nebo na poranění jeho měkkých tkání. Naším hlavním cílem v taekwon-do je tedy maximalizovat mechanickou energii našeho těla, kterou lze při úderu použít na zranění protivníka. Proto se musíme řídit pravidly teorie síly (teorie energie).

Protichůdná síla (reakční síla v AJ)

Jak je dobře popsáno v encyklopedii [svazek 2, strana 15], každá síla má stejnou a opačnou sílu podle třetího Newtonova pohybového zákona, který říká: „Dvě tělesa na sebe navzájem působí stejně velkými silami opačného směru.” V příkladu taekwonda, pokud udeřím pěstí do hlavy soupeře, bude akční síla při úderu, kterou moje pěst působí na hlavu soupeře, stejně velká, ale opačného směru než reakční síla, kterou soupeřova hlava reaguje zpět na mou pěst.

To, co je v encyklopedii vysvětleno příkladem „Pokud se na nás útočník řítí velkou rychlostí a my ho lehce zasáhneme do hlavy, síla nárazu bude součtem lehkého úderu a jeho rychlosti.” [svazek 2, strana 47], je záležitostí energie, nikoli síly. Energie v nárazu je skutečně kinetická energie soupeřova těla plus energie vašeho úderu, a proto může být váš úder ničivější. Skutečná velikost akční a reakční síly se při takovém úderu nemusí nutně zvýšit ve srovnání s úderem statického protivníka. To závisí na konkrétním procesu deformace narážejících těles. Více se o tomto problému zmiňuji v závěru.

V encyklopedii je napsán ještě jeden aspekt reakční síly: „Další reakční silou je vaše vlastní síla. Úderu pravou pěstí napomáhá přitažení levé pěsti zpět k boku.” V tomto příkladu stažení levé ruky zpět při úderu pravou rukou vyvolá rotaci trupu ve směru úderu a dodatečná kinetická energie uložená v rotujícím těle může být použita při nárazu.

Koncentrace

V encyklopedii [svazek 2, strana 20] jsou popsány dva způsoby koncentrace. První je popsán takto: „soustředění všech svalů v těle, zejména větších svalů kolem boků a břicha (které jsou teoreticky pomalejší než menší svaly ostatních částí těla), na příslušnou úderovou nebo blokovací plochu, která má být použita ve správný čas.” Přesně tak lze maximalizovat kinetickou energii. Pohyb by měl začít většími silnými svaly, které uvádějí do pohybu většinu tělesné hmotnosti, a pak menší svaly dále urychlují příslušnou úderovou nebo blokovací plochu, aby v okamžiku úderu dosáhla co největší rychlosti.

Druhým způsobem koncentrace je „soustředit takto mobilizované svaly na vitální místo protivníka.” Koncentrace energie do co nejmenšího místa je velmi důležitá. Dobrým příkladem je zapálení papíru lupou. Pokud na papír svítí slunce, tepelná energie světla papír nepoškodí. Pokud však veškeré světlo, které předtím svítilo na celou plochu papíru, soustředíme pomocí lupy do malého bodu, stejná energie nyní zvýší teplotu v tomto malém bodě natolik, že papír zapálí. Obecně je vždy užitečné soustředit energii do malého bodu. Kromě toho je vhodné zvolit si také vitální bod těla soupeře. Vitální bod bych popsal jako místo, kde stačí malé množství energie k tomu, aby způsobilo bolest nebo poškození. Je zřejmé, že množství energie potřebné k tomu, abyste někomu zlomili nos, bude nižší než například ke zlomení nohy.

Rovnováha

Encyklopedie hovoří o statické a dynamické stabilitě. Píše se tam [svazek 2, strana 24], že "pro udržení dobré rovnováhy musí těžiště postojte ležet na přímkce uprostřed mezi oběma nohama, nebo ve středu chodidla, pokud je nutné soustředit většinu váhy těla na jednu nohu." Toto považuji za definici statické stability. Když je naše tělo v klidu, musí být součet všech sil a momentů sil působících na tělo nulový. To je splněno, když je těžiště umístěno nad plochou mezi našimi chodidly nebo nad plochou jednoho chodidla, pokud stojíme pouze na jedné noze. Kdykoli se těžiště tělesa posune mimo tyto oblasti, reakční síly od země, které naše tělo podpírají, nemohou vyrovnat moment síly způsobený posunutým těžištěm a naše tělo začne padat.

Dynamickou stabilitou se obvykle rozumí schopnost návratu do ustáleného stavu po vychýlení. Je výhodné mít těžiště nad středem čáry spojující naše chodidla nebo ve středu chodidla při stoji na jedné noze, jak se píše v encyklopedii, protože těžiště se může posunout všemi směry a zůstat v oblasti mezi našimi chodidly nebo nad jedním chodidlem, odkud se může vrátit zpět do původní polohy, aniž by došlo k pádu.

Dalším způsobem, jak vnímat dynamickou stabilitu, může být stabilita během pohybu, kdy na části našeho těla působí dodatečné setrvačné síly v důsledku zrychlení. To je z fyzikálního hlediska trochu obtížné vysvětlit. Když provádíme pohyb, řekněme krok vpřed, záměrně vyvedeme své tělo ze statické stability tím,

že přesuneme těžiště vodorovně vpřed mimo plochu chodidel, čímž v podstatě zahájíme pád. Tento pád je pak dorovnán tlakem naší zadní nohy do podlahy a výsledná síla urychluje naše tělo dopředu. Řekl bych tedy, že dynamická stabilita v taekwondu spočívá v řízeném přesouvání těžiště tak, aby vám gravitační síla pomohla urychlit tělo požadovaným směrem.

Kontrola dechu

Podle Encyklopedie [svazek 2, strana 31]: „Kontrolované dýchání ovlivňuje nejen vytrvalost a rychlost, ale může také připravit tělo na přicházející úder a zvýšit sílu úderu vedeného proti soupeři.“ Dále, „prudký výdech v okamžiku úderu a zastavení dechu během provádění pohybu zpevňuje břicho, aby se soustředilo maximální úsilí na provedení pohybu.“ Napětí břicha, jak bylo citováno, chrání životně důležité části našeho těla, protože k překonání napjatého svalu je zapotřebí více energie než k překonání svalů uvolněného. Zpevněné břicho, neboli střed těla, je rozhodující pro předání kinetické energie těla do úderu. Musíme si uvědomit, že většinu energie chceme věnovat na deformaci soupeřova těla, a pokud se při úderu deformuje naše tělo, například když se ohneme v pase kvůli slabému břichu, vyplýváme na tuto deformaci velkou část energie našeho těla.

Hmotnost

Hmotnost¹ je přímo úměrná energii, jak vidíme v rovnici 2. Zjednodušeně to znamená, že čím více pohybující se hmoty zapojíme do našeho pohybu, tím více energie můžeme při nárazu využít. Encyklopedie říká, že „maximální hmotnost těla se při pohybu uplatňuje otočením boků“ a „boky se otáčejí ve stejném směru, v jakém se pohybuje úderová nebo blokující plocha“. To je přesně stejný princip, který jsem již popsal v části o protichůdné síle.

Encyklopedie také popisuje, že „mírným zvednutím boků na začátku pohybu a snížením boků v okamžiku úderu se do pohybu pouští váha těla.“ Zde se dostáváme k potenciální energii, která je vyjádřena rovnicí 3. Snížením boků, kde se přibližně nachází těžiště těla, z výšky h do konečné výšky při nárazu se potenciální energie přemění na kinetickou energii, kterou můžeme využít při nárazu.

Rychlost

Kinetická energie je úměrná kvadrátu rychlosti, jak je patrné z rovnice 2. Proto je rychlost mnohem důležitější než hmotnost. I když se budeme držet všech výše uvedených zásad a do pohybu zapojíme co největší hmotnost, ale nepodaří se nám maximalizovat rychlost úderové nebo blokovací plochy v okamžiku nárazu, výrazně snížíme energii, kterou můžeme využít ke zranění protivníka.

Závěr - energie není vše

V předchozí části, když jsem mluvil o teorii síly, jsem se snažil vše vysvětlit pomocí energie a napsal jsem, že energie je veličina, na které záleží když chceme

¹Technický termín „mass“ (hmotnost) je v encyklopedii nesprávně zaměňován za termín „weight“ (váha). Váha předmětu o hmotnosti m v gravitačním poli Země s gravitačním zrychlením g je definována jako $F_g = mg$.

zranit soupeře. Musíme však vzít v úvahu, že v reálném případě není nikdy možné převést veškerou svou kinetickou energii na deformační energii našeho cíle. Vezměme si příklad přerážení desky ve stojanu, který stojí na zemi, pomocí yopchagi. Pokud kopneme pomalu, zapojíme velkou hmotnost, máme dost energie na to, abychom teoreticky desku zlomili, ale místo toho posuneme celý stojan. Naše energie byla použita na posunutí držáku místo na zlomení desky. Zkusíme to znovu, nyní se soustředíme na maximální rychlost našeho bialalu. Opět má naše tělo dostatek energie na zlomení desky, ale například nezpevníme břicho nebo nepropneme koleno. Nyní se při nárazu naše tělo deformuje a deska se opět nezlomí. Energie byla místo toho použita na deformaci našeho vlastního těla. Jak je vidět z těchto příkladů, záleží na tom, jak velká část energie je skutečně použita na poškození cíle. To závisí na mnoha věcech, například na rychlosti úderu, tuhosti cíle, tuhosti útočného nebo blokujícího nástroje, opoře vašeho těla a těla soupeře a mnoha dalších. Díky těmto proměnným se pak bude lišit průběh síly v kontaktu a zrychlení narážejících těles.

Podobně jako v encyklopedii jsem se pokusil pouze stručně vysvětlit teorii síly z mého pohledu. Bohužel není možné v tak krátké eseji postihnout všechny aspekty toho, jak nejlépe používat své tělo v taekwondu. Bylo by to téma na celou knihu. Možná budete mít po přečtení této eseje pocit, že teorii síly rozumíte méně než předtím. To je v pořádku. Zamyslete se nad tématem a pokuste se ho vysvětlit lépe než já. Možná zjistíte, jak pravdivý je citát Alberta Einsteina: „Čím víc se učím, tím víc si uvědomuji, kolik toho nevím.“