



# Cena vítězství

Moderní historie  
dopingu

MADS  
DRANGE

# **CENA VÍTĚZSTVÍ**

Moderní historie dopingu

This translation has been published with the financial support of NORLA.  
Tento překlad vychází s laskavou finanční podporou literární agentury NORLA.

Mads Drange, Medaljenes pris  
© Pax forlag 2017  
first published in Norway, in 2017 by Pax Forlag  
Published by agreement with the Kontext Agency.

*Všechna práva vyhrazena.  
Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována  
bez písemného souhlasu nakladatele.*

Translation © Štěpánka Horáková, 2020  
Cover © Kreatika s. r. o., 2020  
© DOBROVSKÝ s. r. o., 2020

ISBN 978-80-7642-796-9 (pdf)

MADS DRANGE

# CENA VÍTĚZSTVÍ

Moderní historie dopingu



PANGEA

## PŘEDMLUVA

Moderní sport je od svého zrodu v devatenáctém století charakterizován souborem absolutních pravidel, psaných i nepsaných. Délka maratonu nebo váha v boxu jsou příkladem pravidel psaných. A že se ve fotbale zahraje míč do autu, pokud je protihráč zraněn, je příkladem pravidla nepsaného.

V první polovině dvacátého století se díky pokroku medicíny a technologií stal aktuálním problémem také doping – a postupně se ustanovila pravidla, která používání zakázaných preparátů omezovala. V porovnání s ostatními sportovními pravidly bylo však tato pravidla podstatně složitější kontrolovat, a tak byla málo respektována. Od roku 1950 mělo každé desetiletí velké dopingové skandály, které byly většinou odhaleny až později; navzdory tomu, že paralelně s tímto vývojem se zrodil i rozsáhlý aparát a byrokracie, která se měla starat o dodržování pravidel.

Jak je to možné?

Rovněž medicínský a technologický vývoj pokračoval v úchvatném tempu a postavil sport před nové výzvy a dilemata. Nové léky jako například EPO a inzulin zlepšily život milionům nemocných, ale rovněž daly těm

sportovcům, kteří jsou ochotni použít nepovolené prostředky, možnost zlepšit výkonnost a získat výhodu. Navíc vývoj nových léků a metod vede ke spoustě hraničních případů, protože kde je vlastně hranice mezi dopingem a povolenou látkou? Je dopingem manipulace tlaku vzduchu v kyslíkovém stanu? Je dopingem, když se zraněnému fotbalistovi podají lokální anestetika? Jsou přípravky proti astmatu dopingem u sportovce, který má plicní chorobu? Jak posuzovat zdravého sportovce, který se cítí lehce nachlazen? A kde je vlastně hranice mezi tím, kdy je člověk nemocen, a kdy zdravý?

Abychom mohli porozumět tomu, jak je možné, že sport ještě v roce 2017 zaostává v boji proti dopingem, a jak mu předcházet, je též třeba znát historii. Protože ruský dopingový skandál v roce 2016 nespádl z modrého nebe, nýbrž byl následkem globálního vývoje posledních desetiletí. Totéž platí o skandálu v Lahti v 2001, Festina v 1998 a o mnoha dalších případech, které ještě neznáme. Abychom porozuměli problémům s dopingem, kterým sport čelí dnes a bude jim čelit i do budoucna, je třeba chápat, jak se doping během času používal a pokusy dopování omezit.

Tato kniha nemá za cíl odpovědět na všechny otázky, ale jde o pokus dát čtenáři možnost udělat si vlastní názor. Popíšu historický vývoj dopingem ve sportu, vysvětlím, jak jednotlivé dopingové prostředky působí a jak byly používány, a sportovně zaujatému čtenáři dám nahlédnout do zákoutí komplexního oboru, který je ve veřejné debatě často zahalován mýty, nepochopením a nedostatkem znalostí.

Doping je téma zřídka kdy zpracované historiky a často je přenecháváno lidem, kteří jsou zainteresováni ve sportu a v boji proti dopingem. Proto se historie mnohdy

používá k ospravedlňování vlastní práce výmluvnými příběhy o „špatných“ dopujících a o boji dobra proti zlu. Mýtus o údajném používání anabolických steroidů nacisty během olympijských her v roce 1936 je příkladem toho, jak svázat používání drog s totalitním režimem, a zavrženíhodným náhledem na lidi, nicméně tento příběh se ukázal být nepravdivý.<sup>1</sup> Úmrtí dánského cyklisty Knuda Jensena je často považováno za počátek moderního boje proti dopingům, ovšem nikdy se neprokázalo, že v době své smrti byl nadopovaný.<sup>2</sup>

Nejen historie dopingů je plná mýtů a je těžké se mezi mýty a pravdou zorientovat. Také ohledně jednotlivých dopingových prostředků a jejich působení existuje vědomostní vakuum – jejich užívání je zakázáno, a tím pádem je složité od uživatelů získat informace – a také se těmito otázkami zabývá málo vědců. Je to především tím, že je těžké najít někoho, kdo vědecký výzkum dopingů financoval, ale stejně tak proto, že je eticky i prakticky složité prozkoumat efektivitu dopingů. Až v roce 1996 byla publikována vědecká studie dokumentující efekt anabolických steroidů zvyšujících výkon.

Kniha nabízí přehled toho, co poměrně jistě o dopingů víme, o jeho efektu, používání a historii. Není to kompletní historický přehled všech pramenů a literatury v tomto oboru, ale jde o nastínění nejdůležitějších událostí a o celkový přehled.

Historie dopingů bude vždy historií známých případů. O tom, kdo bude odhalen, a kdo ne, často rozhoduje náhoda. Dokumentované případy tedy nereprezentují celou historii dopingů, nicméně dávají nám důležitý důkaz o tom, jak byl doping používán, a také nám mohou říci něco o tom, co dosud nevíme.

## OMEZENÍ SPORTOVNÍHO VÝKONU

*V pátek 8. července 1998 čekala většina Francouzů na večerní semifinálový zápas fotbalového mistrovství světa proti Chorvatsku na domácí půdě v Saint-Denis. Šampionát byl pro domácí všeobecným úspěchem a teď věřili zlato. Na druhou stranu pro Willyho Voeta ztratil šampionát na zajímavosti, když Belgie vypadla už v základní skupině. Nyní vypadlo i Holandsko v prvním semifinále proti Brazílii – a on poslouchal na půl ucha francouzské rádio, kde se novináři připravovali na zápas.*

*Za několik dní měla začít Tour de France, a zatímco projížděl městem Roubaix, procházel si v duchu seznam výstroje na letošní závod. Jako kustod celého profesionálního týmu, a hlavně pro domácí naději na vítězství Richarda Virenquea, si nemohl dovolit něco zapomenout nebo sebestěně zaváhat. I když měl několikaleté zkušenosti, pořád nebral žádný detail na lehkou váhu. Cyklistika je o malých rozdílech; a detaily jsou kustodova odpovědnost.*

*Za normálních okolností jde nejvíce o logistiku, přehled a všeobecnou pozornost. Sehnat cyklistům, co potřebují, mít výbavu pod kontrolou a zachovávat jistou diskrétnost. Tento rok to ředitelé Tour de France ztížili tím, že start byl mimo území*



*Schengenu. Cesta trajektem z Calais do Dublinu byla určitě výzvou, zvláště s logy Tour de France a závodního týmu na autě. Když odbočil z dálnice E 17 několik desítek kilometrů na severovýchod od hranice, seděl a přemýšlel, jestli by se nevyplatilo nechat depo v Bretani. Na irské půdě se měly přece jet jenom dvě etapy – a pak se závod vrátí zpátky do Francie.*

*Po letech amatérské cyklistiky znal Francii dobře a po odbočce najel rychle na trasu, kterou přes hranice jezdíval. I když to určitě nebylo nutné, vybral si spíš ze zvyku malý hraniční přechod u městečka Neuville-en-Ferrain, několik kilometrů severně od Lille. Tady se již míchala francouzská a belgická městečka a někde ani nebyla cedule ukazující, že jste přešli hranice.*

*Proto pro Willyho Voeta bylo velkým překvapením, když na jednou několik stovek metrů před sebou uviděl francouzské policejní zábrany. Nejdříve ho napadlo, že asi honí nějaké uprchlíky, než mu došlo, že jdou po něm. Policie zastavila stříbrný kombík a lehce našli přes 250 jednotek EPO, velké množství testosteronu, růstového hormonu a amfetaminu.<sup>3</sup>*

\* \* \*

## **CO OVLIVŇUJE SPORTOVNÍ VÝKON A PROČ JSOU NĚKTERÉ LÁTY ZAKÁZÁNY**

„Norma rovnosti ve sportu není sama o sobě cílem, ale je to prostředek, jak měřit určitou formu nerovnosti – nerovnosti ve sportovním výkonu.“<sup>4</sup> Takto vysvětluje profesor Norské vysoké školy sportu Sigmund Loland důvod vzniku většiny pravidel a regulací v moderním závodním sportu. Přejeme si měřit určitou formu nerovnosti – sportovní výkonnost. Jinak řečeno – přejeme si vidět, kdo má

nejlepší výkon za stejných předpokladů, a proto tvoříme pravidla.

Ale co je míněno stejnými předpoklady? A je vůbec možné nebo žádoucí regulovat sport tak, aby všichni měli stejné výchozí předpoklady? Jaké rozdíly můžeme akceptovat a jaké chceme pomocí pravidel vyrovnat? Od počátku moderní doby si sport nad těmito otázkami láme hlavu a jsou rovněž otázky, které jsou naprosto klíčové v případě dopingu. Hlavně proto, že jedna z nejdůležitějších otázek ohledně dopingu je, jak velký dopad má na výkonnost. Je možné, aby se čistý sportovec prosadil v soutěži s dopujícím protivníkem? Kdy se vitamíny nebo nutné léky změň v doping? Abychom mohli odpovědět na tyto otázky, musíme se nejdříve podívat na nejdůležitější faktory, které ovlivňují sportovní výkon.

## **PŘIROZENÉ FAKTORY**

První rozlišení, které je třeba vytyčit, je rozdíl mezi vnějšími a vnitřními podmínkami. Vnější podmínky jsou vším, co sportovce obklopuje a je často mimo jeho kontrolu, ale stejně ovlivňuje možnost výkonu. Některé jsou elementární, ale přesto důležité. Například vzduch, který nás obklopuje.

Ve výšce je, jak známo, menší tlak vzduchu a vzdálenost mezi molekulami vzduchu větší, takže se člověk snáze zadýchá, protože kyslíku je méně. Musí se proto dýchat častěji, aby člověk získal stejné množství kyslíku jako v nižší výšce při téže dýchací frekvenci. V mnoha sportech by toto vedlo ke snížené výkonnosti, neboť dostatek kyslíku je důležitým faktorem omezujícím výkonnost, ale ne

ve všech. Nižší tlak znamená také nižší odpor vzduchu, a energie potřebná k pohybu těla nebo objektu na danou vzdálenost se tím snižuje. V běhu se zdá, že tyto dvě hodnoty – dostatek vzduchu a odpor vzduchu – se ve výšce 800 m pro muže a 400 m pro ženy kříží a navzájem se nulují.<sup>5</sup> Pokud se běží delší vzdálenost, nebude nízký odpor vzduchu ve výšce vyrovnávat nižší tlak vzduchu, a pokud se běží vzdálenost kratší, způsobuje nízký odpor lepší výkonnost než v nižší výšce i přesto, že obsah kyslíku je nižší. Toto je příčina skutečnosti, že hodně rekordů v atletice v explozivních disciplínách padlo ve vysoké nadmořské výšce, jako třeba skok do dálky Boba Beamona z OH v Mexico City v roce 1968, který měřil 8,90 metru. Stejný fenomén také vysvětluje, proč většina rychlobruslařů zapisuje své nejlepší časy v Calgary a Salt Lake City, tedy městech ležících více než kilometr nad mořem.<sup>6</sup>

Jako další přírodní faktor se dá zmínit gravitace, a i když se jedná o malé rozdíly, je gravitace na pólech o 0,5 procenta silnější než na rovníku. Je tedy možné, že by Patrik Sjöberg neudržel světový rekord, kdyby svůj skok z roku 1987 neuskutečnil v Bogotě, nýbrž ve Stockholmu?<sup>7</sup>

Dalším vnějším faktorem je teplota. Tělo se během aktivity pokouší udržovat stabilní teplotu a v teplém prostředí to vede ke zvýšenému pocení. Což vede především k tomu, že je k pokožce dopravováno více krve, aby tělo zchladilo při vypařování potu, a tím pádem se zmenšuje množství krve v pracujících svalech. Pocení navíc způsobuje ztrátu tekutin, kterou je třeba nahrazovat, protože jinak se snižuje krevní tlak, což porušuje rovnováhu elektrolytů a snižuje výkonnost. Závodění v chladných teplotách je méně problematické, pokud ovšem teploty nejsou extrémně nízké. Výroba tepla je vedlejším důsledkem aktivity,

a tím pádem není třeba plýtvat energií na udržování tepla tak, jako je to třeba v teplotách vysokých. Pokud je však teplota příliš nízká, nastávají problémy s dýchacím systémem, protože ohřátí vzduchu předtím, než se dostane do plic, spotřebuje velké množství tekutiny a vysušuje a dráždí respirační systém.<sup>8</sup>

Posledním faktorem, který ovlivňuje výkon u venkovních sportů, je počasí. U skoků na lyžích má vítr veliký vliv, ať ten spodní, jenž lyžaře nadnáší, nebo zadní, který snižuje vztlak a tlačí je k zemi. V plážovém volejbalu musí hráči při podání brát ohled na vítr jak zezadu, tak ze strany, a propočítat ideální dráhu míče, kde vedle síly úderu ovlivňuje skutečnou dráhu míče i vítr. Stejnému problému musí čelit i závodníci v lukostřelbě a střelbě venku, kde je třeba přizpůsobit míření a kompenzovat vítr. I při cyklistice hraje vítr – nebo spíše řečeno schopnost se mu vyhýbat – velikou roli. Každý, kdo jel na čele a táhnul peloton, ví, že je to něco docela jiného než jet v jeho středu, v zákrytu za ostatními cyklisty. Na rozdíl od dalších přírodních faktorů se však s větrem sport pokouší – s rozdílným úspěchem – vyrovnávat.

Když Florence Griffith-Joynerová uběhla světový rekord na 100 m na OH 1998 v čase 10,49 vteřiny (rekord je pořád platný), hodně lidí mínilo – a pořád míní – že to bylo díky doping. Griffith-Joynerová před rekordním během moc nezávodila a hned po jeho dosažení kariéru ukončila. To spekulace ještě podpořilo. Nová vyšetřování však ukázala, že dosažení rekordu vězelo spíše ve větru, přesněji řečeno ve větru v zádech. Na stadionu v Soulu ten den foukalo; jak před, tak po finále žen na 100 m byl naměřen vítr 5 metrů za sekundu. Když byl závod odstartován, zařízení ukazovalo 0 m/s, což však bylo spíš

tím, že při startu nebylo zapojeno.<sup>9</sup> V atletice jsou rekordy v dálce a sprintu uznávány pouze tehdy, pokud vítr v zádech nepřesahuje 2 m/s, a tím pádem není jisté, zda tento rekord měl být uznán.

V roce 2009 byla u skoků na lyžích zavedena pravidla, která měla kompenzovat nestejně povětrnostní podmínky. Nově tak sestávalo skóre z bodů za délku, styl, rychlost a vítr. Byla to složitá pravidla, která bylo těžké pochopit i pro soutěžící, a vůbec nebylo jisté, že ten, kdo skočí nejdál, závod také vyhraje.<sup>10</sup> Extrémním příkladem byla japonská skokanská legenda Noriaki Kasai při MS v letech na lyžích v Kulmu v roce 2016, který byl po prvním kole na čtvrtém místě i přesto, že závodníci umístění před ním skočili o víc než deset metrů méně.<sup>11</sup>

Nezávisle na tom, že je těžké najít dobré metody pro vyrovnání rozdílů, jsou tato pravidla důkazem faktu, že je nežádoucí, aby na výsledky měly vliv vnější přírodní faktory. Tlak, gravitace a teplota jsou stejné pro všechny, ale vítr, který ovlivňuje každého individuálně, se kompenzuje. A co třeba další důležitý vnější faktor – výstroj?

## VÝSTROJ

V roce 1937 vyhrál Rakušan Thaddäus Schwabl první sjezd v Kitzbühelu na dnešní trase časem 3:51,1. O šedesát let později získal Fritz Strobl stále platný traťový rekord časem 1:51,58 – rekord, který znamená průměrnou rychlost 106,9 km/h.<sup>12</sup> Sportovní výkony jsou složité a je hodně důvodů, proč Strobl sjel trať o skoro dvě minuty rychleji než Schwabl. Ale je jisté, že kdyby Strobl dostal dřevěné lyže z roku 1937 na startu v roce 1997, svému rekordnímu času

1:51,58 by se ani nepřiblížil. Dřevěné lyže, i ty vyrobené z nejtěžšího a nejtvrďšího ořeškovcového dřeva, nemohou nikdy konkurovat nízkému tření a torzní tuhosti lyží sklo-laminátových. Ve slalomu se přesto dřevěné lyže používaly déle než v rychlostních disciplínách, a to díky pružnosti dřeva, které se těžko imituje. Ještě v roce 1964 byla první tři místa ve slalomu obsazena lyžaři na dřevěných lyžích. Během sedmdesátých let se výroba lyží podstatně zlepšila používáním nových materiálů a lyže z umělých vláken se začaly používat jak v klasických a alpských disciplínách, tak ve skocích. Poslední vítěz MS v klasickém lyžování na dřevěných lyžích byl v roce 1974 Magne Myrmo.

Další sport, zcela změněný vývojem výstroje, je rychlobruslení. Brusle s volnou patou (tzv. klapačky) byly vyrobeny v Nizozemsku již na začátku dvacátého století, ale začaly se používat až na konci let devadesátých, přestože přinášejí jednoznačné biomechanické a fyzické výhody. Nová technologie vedla k delšímu kontaktu brusle s ledem, a tím pádem k většímu posunu vpřed, navíc se může závodník podstatně lépe a přirozeněji odrážet, protože stejně jako na běžkách má volné kotníky. Klapačky byly poprvé použity během světového poháru v roce 1984, ale prorazily až během OH v Naganu v roce 1998. Holandský reprezentant Gianni Romme zde překonal světové rekordy na 5 000 i 10 000 metrů Johana Olava Kossa z OH v Lillehammeru.<sup>13</sup>

Podobné lámání rekordů jsme zažili během MS v plavání v Římě v roce 2009, kde bylo vytvořeno hned 29 nových prvenství. Dodavatel plaveckých potřeb, Speedo, léta pracoval na výrobě obleku, který by měl větší vztlak a menší tření než lidská kůže, a v roce 2008 ho s velkou parádou uvedl na trh. „LZR Racer“ od Speedo zakrýval

podstatně větší část těla než dřívější plavky a jeho vlastnosti byly nepopíratelné.<sup>14</sup>

Na rozdíl od klapáček a lyží ze skleněných vláken na tento posun někteří sportovci zareagovali, mimo jiné i norský plavec Alexander Dale Oen, který oblek na protest nepoužíval. Protože šlo o technologii přístupnou ne každému, krátce poté se mezinárodní plavecká federace rozhodla tyto obleky zakázat a nastavila přísný řád, jaké plavky jsou dovolené, a jaké ne. I tady začala platit zásada rovnosti a byla zavedena nová pravidla. Ne že by nebylo přáno pokroku, nýbrž proto, že si nikdo nepřál, aby smlouvy o výbavě a exkluzivní přístup jednotlivých sportovců ke speciální technologii rozhodovaly výsledky v bazénu. Výbava je něčím, co se podobně jako vítr v zádech či protivítr musí regulovat, protože nejde o součást měřeného sportovního výkonu.

## TECHNIKA

V Mexico City v roce 1968 nebyl Bob Beamon jediný, kdo využil nízké gravitace a řídkého vzduchu. Jiný Američan, Richard Fosbury, překonal své protivníky v další skokanské disciplíně. Jeho vítězství však bylo výsledkem jiné techniky, než předváděli soupeři. Zatímco Rusové a Italové se odráželi čelem k laťce a přetáčeli se přes ni bokem, odrážel se Fosbury zády k ní. Tím pádem přeskočil latku hlavou dopředu, a využil tím ve svůj prospěch zákonů fyziky. Těžiště těla se nachází vždy v jeho středu, a pokud se poloha změní třeba předklonem, převažuje se dopředu i těžiště. Oproti ostatním, kdo přeskakovali čelem k laťce, Fosbury dokázal přetočením se přes latku přenést tělo,

aniž by tím pádem musel přenést i těžiště. Jeho technika vzbuzovala velkou dávku skepse, ale během následujících čtyř let si Fosburyho flop většina z nich vyzkoušela a došla k závěru, že se jedná o nejefektivnější techniku, takže už při OH v Mnichově v roce 1972 ji používalo 28 ze 40 závodníků.<sup>15</sup>

Zatímco výstroj a prostředí spadá pod to, co nazýváme vnější podmínky, v případě techniky se jedná o podmínky vnitřní – jde o to, jak sportovec na základě naučených schopností vyřeší otázku pohybu. V oboru trénování mluvíme o koordinačních úlohách jako rovnováha, rytmus, dynamika, koordinace oko-ruka a oko-noha a koordinace v prostoru. Různé techniky mají na tyto vlastnosti rozdílné požadavky. Většinou se jedná o etablované a časem vyvinuté a pilované techniky, ale občas, jako ve Fosburyho případě, si sami sportovci vypracují nové a způsobí ve sportu převratné změny.

Několik let po revoluci ve skoku vysokém přišla řada na technickou revoluci v lyžování – a začalo to bruslením na běžkách. Technika sama o sobě žádným novým fenoménem nebyla, protože již ve třicátých letech dvacátého století existovali běžci, kteří při závodech bruslili. Jedním z nich byl Olaf Hoffsbakken z norského Snertingdalu, který při tradičním dálkovém běhu Birkebeinerittet v roce 1938 bruslil dlouhé táhlé kopce směrem k Nysetra a stal se prvním běžcem, který měl čas pod čtyři hodiny.<sup>16</sup> Technika ovšem byla závislá na tvrdém pokladu – nejlepší byl sníh se zmrzlou krustou – a tím pádem se neprosadila dříve, než se zlepšila úprava běžeckých tratí v sedmdesátých a osmdesátých letech. Prvním náznakem změny techniky byla během MS v Oslo bronzová medaile Billa Kocha, který bruslil jednou nohou. Zanedlouho převzali



tuto techniku jeho soupeři a po údobí dočasného zákazu a omezení se Mezinárodní lyžařská federace v roce 1986 rozhodla běhy rozdělit na dvě odvětví: na volný styl a běh klasický.

Horší to měl švédský skokan na lyžích Jan Boklöv, který se svými roztaženými lyžemi debutoval na MS v Seefeldu v roce 1985. V prvním kole si ze Švéda dělali legraci, ale po čase, když se dostavily výsledky, byl hojně kritizován – především z estetických důvodů: tak by se na lyžích přece skákat nemělo... Boklöv přesto svéhlavě pokračoval ve vylepšování své techniky, která mu dala podstatně větší plochu a vztlak, než měli soupeři, a časem přišly i delší skoky. Znamky za styl byly nízké, ale po čase začaly skoky být tak dlouhé, že špatný styl vyvážily, a v roce 1989 vyhrál světový pohár. Rok poté se většina skokanů „V-stylu“ přizpůsobila a i rozhodčí tomu přizpůsobili své hodnocení. Boklöv se už nikdy na stupně vítězů nedostal, ale jeho novinka zůstala ve sportu natrvalo.<sup>17</sup>

Tyto příklady dokládají velký vliv techniky na sportovní výkony. Technika je rovněž vnitřním faktorem a většina lidí by souhlasila s tím, že rozdílné technické dovednosti jsou součástí výkonu, který si přejeme při sportovní soutěži měřit. Proto také ztroskotaly pokusy zakázat bruslení na lyžích a „V-styl“, prostě proto, že tyto techniky jsou lepší než ty předcházející, a proto, že si je každý mohl natrénovat. Když neuspěl argument estetický, byl v pokusu o zákaz použit aspekt zdravotní: začátkem osmdesátých let se například tvrdilo, že bruslení je škodlivé pro dámské kyčle. Nebyla to pravda, ale existují jiné příklady toho, že různé techniky byly ze zdravotních důvodů zakázané – jako například skákat salto dopředu v dálce nebo ve výšce. Ze stejného důvodu nikdy nebylo povoleno dvojité salto

pozadu v lyžování na boulich: pravděpodobnost toho, že salto sportovec nedotočí, je příliš velká. Bez ohledu na posouzení reálného rizika u těchto technik to každopádně podtrhuje nejdůležitější a nejplatnější důvod k zakázání nějaké techniky – to, že je potenciálně nebezpečná. Cílem sportu není měřit odhodlání co nejvíce riskovat. Technické schopnosti jsou naopak jádrem toho, co se považuje za sportovní výkon.

## FYZIOLOGICKÉ VLASTNOSTI

Druhým vnitřním faktorem ovlivňujícím sportovní výkon jsou fyzické nebo fyziologické předpoklady. Ty se většinou dělí na sílu, výdrž, pohyblivost a rychlost a závisí na celé řadě okolností.

Na prvním místě sestávají všechny sportovní aktivity ze stahování svalových buněk, které uvedou do pohybu klouby. Tato mechanická práce vyžaduje energii a ta se do svalů dostává mimo jiné z chemického spojení adenosintrifosfátů (ATP). ATP se nedá skladovat a musí se zpracovat okamžitě, takže tělo je zcela závislé na neustálé výrobě ATP, aby se udrželo v chodu. Nejefektivněji se tvoří spalováním tuků nebo uhlovodíků, z nichž se vedle ATP také tvoří oxid uhličitý, voda a teplo. Při spalování molekuly glukózy se může vytvořit až 36 molekul ATP. To ale vyžaduje dostatek kyslíku. Bez vzduchu získávají svalové buňky většinou energii z kreatinfosfátu (molekula plná energie, která se tvoří v játrech a ukládá ve svalech) nebo štěpením glukózy na laktát (kyselinu mléčnou). Tyto procesy dodávají svalovým buňkám energii rychle, ale s krátkodobým efektem, protože množství kreatinfosfátu

uloženého ve svalech je omezeno a protože štěpení jedné molekuly glukózy na laktát vytvoří jenom dvě molekuly ATP oproti 36 za přítomnosti kyslíku. Tyto dvě formy získávání energie (aerobní a anaerobní) jsou proto podstatné při námaze s různou intenzitou a délkou, což se také odráží v podmínkách omezujících jednotlivé fyziologické vlastnosti. Pokud má člověk běžet, jet na kole nebo jet daleko na lyžích, je přirozeně v první řadě závislý na aerobním získávání energie. Je třeba dostatek živin, a zvláště uhlovodíků, ale rozhodující je i dostatek kyslíku. Čím více kyslíku, tím intenzivnější činnost můžete vykonávat, aniž byste museli přejít na anaerobní získávání energie s omezenou trvanlivostí. Přístup ke kyslíku je dále závislý na tom, kolik ho plíce absorbují, kolik červených krvinek transportuje krev v těle, jak hodně a jak rychle srdce pumpuje krev do celého těla a jak se kyslík absorbuje ve svalových buňkách.

Když naopak máte běžet stovku nebo vrhnout kouli, je dostatek kyslíku méně důležitý, protože svaly mohou získat energii anaerobním spalováním energie, a vzhledem k tomu, že se jedná o krátkodobý výkon, nevádí, že tato strategie má omezenou dobu působení. Zde rozhodují jiné věci, jako například průřez svalovou hmotou, schopnost aktivace všech svalových buněk a jaký druh svalových buněk člověk má. V podstatě existují dva druhy svalových buněk, rychlé a pomalé. Rychlé jsou schopné vytvořit sílu rychle, ale nemají nijak zvláště velkou výdrž, kterou naopak mají buňky pomalé.

Jak důležité jsou tyto fyziologické předpoklady pro sportovní výkon v porovnání s technikou, výstrojí a jinými vnějšími podmínkami? Abychom mohli odpovědět, musíme se podívat na to, čemu se často ve sportu říká

požadavky na práci. V některých sportech je jednoduché odpovědět, například ve střelbě mají technické dovednosti velký význam. Pro střelce je rozhodně výhodou být fit, ale fakt, že mají největší aerobní výdrž nebo největší svaly, jim vítězství samo o sobě nepřinese. Navíc je výstroj standardizovaná a ve většině disciplín všichni střílejí za stejných podmínek, takže pro ovlivnění výkonu zbývá poslední faktor, technika střelby.

Vzpírání je zcela jiný sport, ale má rovněž poměrně jednoduché požadavky na úspěch. Samozřejmě je potřeba ovládat techniku nadhozu nebo trhu, ale ve srovnání s jinými sporty se jedná o poměrně jednoduché pohyby. Výstroj má také malý význam, protože existují pravidla ohledně trikotů a opasek. Naopak velký význam pro výsledek má síla, kterou vzpěrač dokáže vyvinout a přenést na tyč činky. Jednoduché požadavky na úspěch jsou i u dálkových běhů v atletice. Výstroj má jistý význam, a taktické schopnosti též. Podstatná je i technika běhu, ale vylepšování těchto faktorů je bezcenné, pokud člověk nemá potřebnou výdrž. Proto vyhrávají běžci s nejvyšším vstřebáváním kyslíku.

Většina sportů je ale složitější než střelba, vytrvalostní běh nebo vzpírání. Fotbal, tenis či hokej vyžadují sílu svalů, výdrž, techniku a taktické vlastnosti, které ve střelbě nebo vzpírání nejsou třeba. Navíc zde má význam výstroj. Přestože v těchto sportech jsou jasná pravidla, lze si je přizpůsobit, čehož využívají sponzoři výstroje. I když jsou požadavky na výkon komplexní, není pochyb o tom, že velký význam mají fyziologické vlastnosti. Je vám málo platné, když budete zázračným fotbalistou, pokud nedokážete běhat celých devadesát minut. Pokud máte nejlepší bekhend na světě, ale ztratíte ve druhém setu sílu, stejně

zápas prohrajete. Ve většině sportů mají fyziologické vlastnosti zcela rozhodující vliv na výkon, a čím je výkon jednodušší, tím jsou nároky na ně větší. Ale co rozhoduje o této vytrvalosti? Kdo určuje výdrž a sílu našich svalů?

Zaprvé má velký vliv pohlaví. Muži mají od přírody podstatně větší svalovou hmotu než ženy a i o něco lepší předpoklady ji zvětšovat. To samé platí rovněž o výdrži, i když zde rozdíly tak velké nejsou. Genetika má také vliv, například ohledně složení svalových vláken, které má význam jak pro výdrž, tak pro sílu svalů. Zjednodušeně můžeme říct, že svalová vlákna se dělí na rychlá a pomalá. Pomalá se stahují pomaleji než rychlá, ale zato mají podstatně větší výdrž. Rychlá vlákna jsou více explozivní a na trénink reagují růstem skoro dvakrát rychlejším než vlákna pomalá. Pokud zkoumáme složení těchto vláken u nejlepších sportovců, vidíme jasný trend: sportovci vytrvalostních disciplín mají převahu dlouhých vláken, zatímco sprinteři a vzpěrači mají převahu vláken krátkých. Poslední Američan, který vyhrál maraton na OH, Frank Shorter, měl například 80 procent pomalých vytrvalostních vláken, zatímco u většiny lidí je jejich podíl lehce nad padesát procent.<sup>18</sup> Do jaké míry změni vlastnosti svalů trénink a do jaké míry jsou to vrozené rozdíly vedoucí k jakési přírodní selekci, kde ti s nejlepšími předpoklady pro jistý sport si ho také vyberou a stanou na vrcholu? Poslední vědecký výzkum v tomto oboru ukazuje, že i když vytrvalostní vlákna silovým tréninkem zesílí a explozivní svalová vlákna mohou tréninkem vytrvalost vylepšit, nezmění vlákna svou podstatu.<sup>19</sup> Genetická výbava má tím pádem velký vliv na to, jaké předpoklady má člověk k tomu, aby uspěl ve sportech vytrvalostních a silových.

Jak vědci, tak i méně seriózní diskutéři už desítky let debatují, nakolik je tato genetická výbava náhodná. Sprinteři z Jamajky a vytrvalostní běžci z Etiopie jsou nejznámějšími příklady dominance jisté etnicity ve sportu, i přes celkovou malou populaci. Během října 2011 zaběhlo například více keňských běžců z kmene Kalendžin maraton pod 2 hodiny a 10 minut, než je počet amerických běžců, kterým se toto podařilo za celou historii (32 oproti 17).<sup>20</sup> Pokud analyzujeme výsledky sprintů za posledních 20 let, není lehké přehlédnout nadvládu sportovců se západoafrickými kořeny jak mezi muži, tak i mezi ženami. K vysvětlení tohoto fenoménu se nabízí několik různých teorií založených jak na kultuře, tak fyziologii – některé vznikly na základě pečlivého výzkumu, jiné jsou pochybnějšího původu a pochybnější je i jejich motivace. Příkladem genetického vysvětlení je třeba to, že epidemie malárie řádící na západním břehu Afriky (odkud pocházejí předchůdci dnešních jamajských sprinterů) změnila geny a spalování energie způsobem výhodným pro explozivní sporty. Jiné biologické vysvětlení pochází z dánské studie, porovnávající dánské a keňské běžce. Studie prokázala, že Keňané nevykazují lepší výsledky po tréninku výdrže než Dánové, ale měli o 15–17 % štíhlejší lýtka, což má dále vliv na efektivitu běhu a výkonu při vytrvalosti. Poněkud pochybnějším vysvětlením je teorie o tom, že kmen Kalendžin v Keni se tradičně zabýval krádeží dobytka, což vyžadovalo kilometrové noční běhy. Nejschopnější běžci ukradli nejvíce dobytka a měli nejvíce dětí, a tyto schopnosti se tak dědily.<sup>21</sup>

Dnes neexistuje shoda na tom, co činí běžce z Jamajky a Keni v jejich sportech tak suverénními. Je jasné, že svou roli hraje nejen genetika, ale i kultura. Norsko nemá

převahu v klasickém lyžování proto, že by Norové měli lepší genetickou výbavu než Francouzi nebo Italové, nýbrž proto, že talentovaní sportovci si v Norsku vybírají běhání na lyžích, a ne cyklistiku nebo běhání jako talenty jinde v Evropě. Stejně je tomu i v Keni a na Jamajce. To, že genetická výbava je velmi rozdílná od člověka k člověku, nezávisle na genetice, není nijak kontroverzní tvrzení. Jedná se o antropometrické rozdíly jako například výška a váha.

Je poměrně složité být basketbalovou hvězdou, pokud měříte 160 cm. A pokud jste boxer vážící 55 kg, proti 95kilovému medvědovi moc šancí nemáte. Ale v řadě sportů se náhled na ideální tělo neustále mění. Dlouho bylo všeobecným míněním, že krátká a svalnatá postava je ideální pro sprintera. Pak se objevil 194 cm vysoký Jamajčan Usain Bolt a ovládl sprinterské disciplíny na třech olympiádách. Bolt dokázal, že být vysoký je výhodou, ovšem za předpokladu, že máte stejnou sílu a techniku, abyste udrželi stejnou frekvenci jako běžci menší, protože s delším krokem a stejnou frekvencí jako menší závodníci se očividně dostanete rychleji do cíle. Na olympijských hrách v Pekingu potřeboval Bolt ve finále 41 kroků, zatímco průměr ostatních závodníků byl 44.<sup>22</sup>

Genetika tedy zakládá nerovný start ohledně fyziologických a anatomických vlastností, často nazývaných nevědeckým pojmem „talent“. Něco se kompenzuje například váhovými třídami v bojových sportech a ve vzpírání, věkovými třídami v dětském sportu a dělení sportů na ženský a mužský (s výjimkou jízdy na koni). Důvodem k dělení sportů podle pohlaví, věku a váhy k zajištění co nejrovnějších výchozích podmínek je přirozeně fakt, že tyto faktory sportovní výkon výrazně ovlivňují,

ale i skutečnost, že jdou poměrně jednoduše definovat. Jiné genetické rozdíly ovlivňující výkon mohou být velké, ale z vědeckého, etického a praktického pohledu by bylo těžké podle nich rozdělit sportovce do kategorií. To platí i v případě poměrně vzácných genetických mutací, které mohou vést k potenciálně velkým rozdílům.

Finský běžec na lyžích Eero Mäntyranta, který získal zlato na olympijských hrách v roce 1960 ve Squaw Valley a v roce 1964 v Innsbrucku, měl štěstí na rodiče. Zdědil totiž genetickou mutaci, která vedla k extrémně vysoké koncentraci červených krvinek. Zatímco normální hodnota u mužů je mezi 13,5 a 16,5 gramu hemoglobinu (molekula, se kterou se váže kyslík v červených krvinkách) na decilitr krve, Mäntyranta měl hodnoty mezi 20 a 24 gramy na decilitr. Mutace způsobila abnormální senzitivitu receptorů, ke kterým se váže EPO (hormon řídící výrobu červených krvinek). To vedlo k nadměrné produkci červených krvinek, a tím pádem získala krev i nadměrnou schopnost transportovat kyslík v těle. Pro finského závodníka to znamenalo velkou výhodu, ale i zdravotní problém. Hustá krev může být nebezpečná a většina lidí trpících tímto stavem musí pravidelně krev upouštět, aby snížili riziko krevní sraženiny.<sup>23</sup>

Další závodnice s neobvyklou genetickou dispozicí je běžkyně na 800 m Caster Semenyaová. Trpí stavem, který se nazývá hyperandrogenismus. Může mít více příčin, ale vede k vyšším hodnotám testosteronu, který v těle reguluje řadu procesů. I když ho mají jak ženy, tak i muži, muži ho mají v podstatně vyšší koncentraci. Reguluje mimo jiné charakteristiku pohlaví a růst svalů, a proto mají ženy s hyperandrogenismem často výraznější vnější charakteristiky jako větší svaly a více ochlupení. Není to



stav nebezpečný ani přehnaně vzácný, nicméně pro Semenyaovou se stal velkou zátěží, když Mezinárodní asociace atletických federací (IAAF) konstatovala, že díky němu měla velkou výhodu, a uložila jí brát léky, které produkci testosteronu potlačují. Proti příkazu IAAF se závodnice odvolala k Mezinárodní sportovní arbitráži (CAS), podle níž byl v rozporu s mezinárodními pravidly.<sup>24</sup>

I když jde o extrémní případy, patří genetické rozdíly ovlivňující výkon v soutěži mezi ty nerovnosti, které akceptujeme. Když odhlédneme od etického problému, že sportovce nelze trestat za nemoc či genetickou dispozici, za kterou nemůže, konstatujeme, že nikdo se nerodí jako mistr světa – bez ohledu na genetické výhody. Jedna věc je mít dobré výchozí předpoklady a druhá věc je jich využít.<sup>25</sup> Kromě genetiky existuje totiž ještě důležitější faktor s ohledem na výkonnost a sílu svalů – schopnost využít možná největší evoluční výhodu, kterou člověk má: neuvěřitelnou schopnost fyziologické přizpůsobivosti.

## TRÉNINK

Milón z Krotónu byl jedním z nejznámějších antických atletů. Vyrosl na italském pobřeží Jaderského moře 500 let před n. l. a byl od útlého věku rozhodnut, že vyhraje olympiádu v Athénách. Jako mladý chlapec si proto sehnal tele a nosil ho na zádech pod žhnoucím sluncem až do vyčerpání. Činil tak svědomitě každý den, rok za rokem. Jak tele rostlo, rostl i Milón, a když se z telete stal býk, z Milóna vyrostl velikán.

Tato známá historka o Milónovi poukazuje na sílu tréninku a schopnosti těla přizpůsobit se novým výzvám

a zdůrazňuje cosi velmi podstatného, totiž to, že se zvyšující zátěží postupně sílí také svaly. Trénink je proto v podstatě jednoduchý biologický mechanismus přizpůsobivosti – pokud vystavíte tělo zátěži, časem se jí přizpůsobí. Podstatným předpokladem je, že se zátěž zvyšuje postupně, jinak se růst výkonnosti zastaví. Tělo si také mezi každým tréninkem musí odpočinout, jinak riskujeme přetížení, při kterém jde výkon dolů.

Trénink není v podstatě ničím složitým: pokud často a daleko běháte, srdce se zvětší a bude při každém stažení pumpovat více krve. Také se vám kolem svalů vytvoří více malých tenkých cévek, a kyslík tak bude přiváděn ke každé buňce lépe. Počet mitochondrií (součást svalové buňky, kde dochází k výrobě ATP) se časem rovněž zvýší, takže celková kapacita využívání energie v těle se zvětší. Dohromady to vede k tomu, že získáme lepší vytrvalost a dokážeme vyvinout vyšší rychlost během delší doby než předtím, než jsme začali trénovat.

Stejně je to s posilováním. Pokud často zvedáte činky, svaly se přizpůsobí a narostou jak do délky, tak co do objemu. V podstatě se zvětší každá svalová buňka, ale pravděpodobně se utvoří i buňky nové. Nervový systém se též přizpůsobí, takže dokážete aktivovat více svalových buněk najednou, a síla každého stahu se zvětší. Dohromady vedou tato přizpůsobení k větší síle.

Přestože se jedná o poměrně jednoduché mechanismy, trénink se za posledních 70 let přeměnil ve složitou vědu. Vrcholový sport se vyvinul a dramaticky se změnil a rozdíly odlišující ty nejlepší od těch za nimi se od padesátých let minulého století zmenšily. Základní principy tréninku se změnilo málo, ale vědomosti o tom, jak tréninkem získáme i ty nejmenší výhody, se zlepšily a začaly

více rozhodovat o výsledku. A tím pádem se i tréninkové metody staly značně propracovanějšími.

Příkladem je třeba celkové plánování tréninku. Až do padesátých let trénovali sportovci víceméně stejně celý rok, bez větších obměn. Ruský fyziolog Leo Matvějev studiem tréninkových deníků ruských atletů, vzpěračů a plavců zjistil, že ty úspěšné na olympijských hrách v letech 1952 a 1956 dělila od zbytku startovního pole jedna důležitá věc: ti, kteří množství tréninku během roku obměňovali, měli lepší výkony. Na základě toho začal vyvíjet metodiky rozděleného tréninku. Rozdělil rok, sezónu a týdny na různé cykly s různou tréninkovou zátěží a zjistil, jak lze pomocí cyklického plánování tréninku zvýšit formu před mistrovstvím a závody.<sup>26</sup> Byla to převrat v tréninkovém plánování – nejdříve v Rusku, pak v NDR a posléze i ve zbytku světa.

Po válce nastal velký rozvoj sportovní fyziologie. Studovalo se, co omezuje vytrvalost a svalovou sílu a jak se tohle všechno mění s věkem, pohlavím a nemocí. Začaly se vyrábět přístroje na měření spotřeby kyslíku při aktivitě a do povědomí vstoupily znalosti o mnoha tělesných procesech, které ovlivňují schopnost běžet rychle a zvedat velkou váhu. Navíc vědci později zjistili i to, jak se tělo tréninku přizpůsobuje a jaké mechanismy tento proces ovlivňují. Při tomto výzkumu hrála prim skandinávská vědecká pracoviště – mimo jiné se známými osobnostmi jako Per-Olof Åstrand, Bengt Saltin a Bjørn Ekblom.<sup>27</sup> S přibývajícimi znalostmi o tom, jak lidské tělo funguje během fyzické aktivity, se také vyvíjely tréninkové metody. Vývoj se přirozeně zakládal na zkušenostech, ale čím lépe člověk rozuměl tomu, jak tělo reaguje na trénink, tím jednodušeji se poté přizpůsobovaly tréninkové metody.

Například se ukázalo, že fyziologický efekt vytrvalostního tréninku se vázal jak na centrální faktory, hlavně schopnost srdce pumpovat v těle krev, tak na periferní faktory, schopnost svalů kyslík přijmout a využít. Toto však byly faktory vyžadující různou tréninkovou zátěž. Pokud bylo třeba zvětšit schopnost srdce pumpovat v těle krev, musel být trénink vysoce intenzivní, například intervalový. Pokud si člověk přál změnit periferní faktory, jako třeba počet mitochondrií a kapilár ve svalové hmotě, vyžadovalo to delší trénink s nízkou intenzitou. Díky těmto znalostem bylo možné na míru vytvořit tréninkový program kombinující různé metody na základě sportu, který závodník trénoval, a přizpůsobený jeho kapacitě. Tak se stala rovněž podstatnou kontrola intenzity tréninku. Na základě žádaného efektu bylo možné pulzovým pásem a později i podle množství laktátu v krvi trénink regulovat, aby měl adekvátní intenzitu.

Ukázalo se, že faktorem, který má vliv na vytrvalost, ale který se nedá trénovat, je koncentrace červených krvinek. Tento faktor má však jiný mechanismus přizpůsobení se, který lze využít: výroba červených krvinek se přizpůsobuje tlaku kyslíku. Při nižším tlaku kyslíku, ve výšce nebo v tlakové komoře, se výroba EPO zvýší, a postupně se tak zvýší i koncentrace červených krvinek. Hodně vytrvalostních sportovců začalo proto trénovat ve vyšších nadmořských výškách, nejen kvůli aklimatizaci před závodem, ale i také aby mohli závodit při vyšším vstřebávání kyslíku v nižší výšce.

Nové vědomosti o fyziologii vedly k lepším a cílenějším metodám také v tréninku svalů. Různé pokusy odpověděly na otázky, jaké mechanismy vedou k přizpůsobení svalů tréninku a jak svaly mění vlastnosti při různých formách

zátěže. Zjistilo se, že růst svalů je složitý proces, který reguluje řada hormonů a růstových faktorů jako testosteron, inzulín a růstový hormon. Dále se podařilo izolovat dva nejdůležitější faktory stimulující růst svalů: mechanické stažení a metabolický stres (snížený přístup živin a kyslíku). Díky těmto znalostem se změnila formy tréninku. Vědci zjistili, že pokud je cílem tréninku vyvinout maximální sílu jenom jednou, jako například při vrhu koulí nebo při vzpírání, mělo by se trénovat pomocí těžkých činek, maximálního nasazení a malého počtu opakování. Pokud jde o pružnost a výbušnost, znamená maximální síla hodně, ale protože ve výbušných sportech hraje roli i čas, bylo zjištěno, že v těchto sportech se má trénovat s nižší zátěží, avšak s vysokou rychlostí pohybu.

Později začali sportovní fyziologové také optimalizovat tréninkové metody s ohledem na jiné vědecké disciplíny. Důležitým oborem je výživa, kde se stále zlepšovala znalost toho, které zdroje výživy jsou nejdůležitější při dané aktivitě a jak je třeba jíst, aby se dosáhlo co nejrychlejší a nejlepší obnovy mezi tréninky. Na tomto poli se stále provádí nové studie, mimo jiné se zkoumá souvislost mezi načasováním jídla a jeho složením a množstvím různých zdrojů energie. Řečeno jednoduše: kdy by se mělo jíst, co by se mělo jíst a kolik se toho má sníst, aby bylo dosaženo optimálního efektu různých forem tréninku.

Biomechanika přispěla analýzou pohybu kombinovanou s fyziologickými měřeními k optimalizaci techniky a tréninkových metod. Příkladem je odpichování se hůlkami při běhu na lyžích, kde vědci z Norské vysoké školy sportu (Norges Idrettshøgskole) v roce 2013 analýzou dospěli k tomu, že tradiční technika dlouhých táhlých odpichů je méně efektivní než odpichování krátké a časté.

Dříve se všichni domnívali, že dlouhé odpichy jsou efektivnější, protože čím delší odpich, tím ostřejší úhel mají hůlky k zemi, a tím více energie se převede do pohybu místo přímo pod lyže. Měřením sil působících proti zemi a energie vyžadující naklonění těla do různých úhlů došli vědci ovšem k závěru, že kratší a častější odpichy jsou efektivnější. I když se zmenší síla ve směru pohybu, vede zmenšený pohyb horní části těla k tomu, že je třeba méně energie. Konečný výsledek proto favorizuje krátké odpichy a norští závodníci si nové poznatky rychle přizpůsobili.<sup>28</sup> Ale netrvalo dlouho a tuto techniku si osvojili i další, a pokud studujete záběry běžkařů před rokem 2013 a po něm, změna je jasně viditelná.

Díky znalostem mladé vědecké disciplíny, která pořád dělá pokroky, a jejich propojením s ostatními příbuznými vědeckými disciplínami bylo možné trénink optimalizovat, přizpůsobit ho jednotlivým sportům, a dokonce ho i individualizovat na základě sportovcovy kapacity a potřeb. Ale o kolik je vůbec fyziologické výkony možné vylepšit pomocí tréninku?

Na tuto jednoduchou otázku neexistuje jednoduchá odpověď, protože výkon je složité rozčlenit na jednotlivé fáze, které se dají měřit – kromě výkonu na sportovním poli, kde spolupracují veškeré faktory. Nejlepší měřicí metodou je sledovat změny v těle, v jednotlivých tkáních, kde se pokoušíme změnit strukturu a vlastnosti. Je ale třeba brát v potaz, že tu existuje velká pravděpodobnost chyby, zvláště když víme, že každý sportovec má hodně rozdílné východisko. Měření však ale může říct leccos o tom, kolik tréninku a jak ovlivňuje výkon.

Když se podíváme na silový trénink svalů, ukazuje článek z roku 1984, shrnující všechny studie o potenciálu