

POZNÁMKY K VÝUCE BIOSTATISTIKY

Marek Malý*

Úvod

Biostatistika je odvětví aplikované statistiky, které se zabývá aplikacemi statistických metod při řešení biologické, lékařské a zdravotnické problematiky; předpona bio- je odvozena z řeckého pojmenování života. Podobně biometrie je aplikace statistických metod na data založená na měření biologického fenoménu. Specifické statistické postupy se používají v epidemiologii, demografii, veřejném zdravotnictví, řízení klinických pokusů a zpracování životních statistik vycházejících z registrů (což se už blíží problematice státní statistiky). I když je dnes role statistiky ve zmíněných oborech všeobecně uznávána, nezanedbatelná část studentů i vyučujících medicíny a částečně i biologie a příbuzných oborů má na význam a důležitost biostatistických postupů silně skeptický pohled. Sami statistici a epidemiologové diskutují o výuce svých oborů velmi dlouho (např. Bartlett [2], Bradford Hill [14]), nicméně v posledních desetiletích se rozsah a počet výpovědí věnovaných problematice výuky (bio)statistiky pro nestatistiky rapidně zvýšil a statistické vzdělávání je předmětem systematického studia. Tomuto tématu jsou věnovány konference, zabývají se jím vědecké společnosti (*International Association for Statistical Education*), vznikly speciální mezinárodní i národní časopisy (*Teaching Statistics*, *Journal of Educational Statistics*, *Teaching of Statistics in Health Sciences*, elektronický *Journal of Statistical Education*, *Statistics Teacher Network*) nebo oddíly o výuce v zavedených časopisech (*American Statistician*), byly vypracovány obsáhlé bibliografie ([18], [28]) i srovnávací studie biostatistických kursů a znalostí vyžadovaných od studentů. V tomto příspěvku chceme především na základě literárních poznatků poukázat v rámci několika tematických okruhů na některé zajímavé názory a pohledy související s danou problematikou.

Kdo je vyučován a jaká je jeho motivace ke studiu

Proces výuky biostatistiky zdaleka neprobíhá jen v rámci denního studia na vysoké škole. Již na některých středních školách se ke studentům dostanou určité informace o statistice. (Kontroverzním tématem je, zda se pro přijetí na lékařské fakulty mají požadovat jisté znalosti matematiky, statistiky, počítačů). Dalšími skupinami vyučovaných jsou lékaři a biologové v postgraduálních kurzech (doktorandské studium, krátké tematické kursy) a různé skupiny profesně spřízněných pracovníků. S tématem souvisí i příprava budoucích aplikovaných statistiků.

Mnoho autorů z celého světa poukazuje na obrovské problémy, které při výuce biostatistiky vznikají v důsledku nezájmu studentů, nejvíce v pregraduálním studiu. Odpor ke statistice je u mediků v porovnání se studenty jiných disciplín extrémně vyhozený a jejich sklon či vlohy k matematice často podprůměrné. Campbell [4] se domnívá, že to může být dáno naprostou odlišností způsobu studia medicíny a matematiky, protože medikům jsou převážně předkládány obrovské objemy informací, které musí akceptovat a rychle uložit do paměti, ale jsou jen v malé míře nuceni je analyzovat a skutečně o nich přemýšlet. V rámci povinné výuky je prakticky jedinou (a to velmi pochybnou) motivací ke studiu zkouška, ale bez zkoušky je výuka ještě méně úspěšná (Hill [15]). Mnohem lépe se učí výběrové přednášky a zejména různé kursy (Bahn [3]), na které se specialisté různých oborů přihlašují až na výjimky skutečně dobrovolně, vedeni snahou rozšířit své znalosti. Vlastním důvodem k absolvování kursu přitom může být potřeba lépe porozu-

* Státní zdravotní ústav, Šrobárova 48, 100 42 Praha 10, marek.maly@szu.cz

mět odborné literatuře, vlastní odborná práce/výzkum (včetně potřeby lépe se dorozumět se statistikem), tlak editorů časopisů i působení jiných učitelů-lékařů. Bohužel stále se na lékařských fakultách vyskytují i vyučující, kteří nejen že nezaujímají neutrální postoj, ale význam statistiky bagatelizují a mají na výuku biostatistiky negativní vliv. Profesor biostatistiky by proto měl konat semináře i pro své kolegy z jiných kateder (Bahn [3]).

Co a jak se učí

Roiter a Petocz [26] pojmenovali čtyři hlavní přístupy k výuce základních statistických kursů od matematického až po problémově orientovaný a dávají určitá vodítka, kdy který přístup (případně kombinaci přístupů) zvolit, aby se co nejlépe rozvíjelo přirozené statistické citění. V kontextu vzdělávání lékařů je téměř jednohlasně doporučováno, aby byla výuka orientována na jednotlivé problémy spíše než na metody a aby nepostupovala od definic k praxi, ale od praxe k nějakému systému. Nejdůležitější je osvojit si induktivní myšlení (Cavalli-Sforza [5]), jde více o základní postupy než o vlastní aritmetiku (Lowe [21]). Altman [1] poukazuje na skutečnost, že většina studentů se nebude zabývat výzkumem, a proto jim několik jednoduchých testů, které se naučí v prvním ročníku a zapomenou, než za šest let studia ukončí, bude mnohem méně prospěšných, než základy statistického uvažování, na nichž mohou později stavět. Extrémní názor uvádí, že omezená znalost t-testu a několika málo dalších metod může u některých dokonce vést k tomu, že se později nesprávně pokoušejí všechny problémy, s nimiž se setkají, „napasovat“ na tuto velmi úzkou metodickou paletu.

Finney [10] požaduje redukovat závislost výkladu na matematice a ilustrovat jej praktickými i numerickými příklady. Studenti musí pracovat s reálnými problémy pocházejícími z co nejširší škály lékařských a biologických oborů (Bahn [3]), příprava příkladů a náplně výuky musí vycházet z dohody biostatistika s vyučujícími lékařských oborů (Lowe [21]). Velkým přínosem a motivací je, když studenti mohou statisticky zpracovávat vlastní problémy, na které narazí v jiném studijním předmětu, a vidí, že jim biostatistika může v jejich hlavních předmětech opravdu pomoci. Poměr přednášek a seminářů (cvičení) musí být vyvážený nejen formálně, ale skutečným obsahem, moderní tendence směřují k redukci přednášek, které jsou nejpasivnější formou výuky, a zmenšování počtu studentů ve skupině. Hlavní váha problémově orientované výuky spočívá v diskusích, konzultacích, práci na projektech (Roiter a Petocz [26]), které ale (pokud mají být realistické a uplatňovat individuální přístup ke studentům) jsou velmi časově náročné (Clayden [6]).

Výuka by měla pokrývat celý proces od přípravy experimentu přes práci s daty až k interpretaci, přičemž k identifikaci správných i nesprávných postupů může velmi dobře posloužit kritické čtení publikovaných článků (Pocock [25]). V této souvislosti lze poukázat na zneužívání statistických postupů a etické otázky spojené s chybným hodnocením dat (ať už záměrným či z neznalosti).

Při výuce epidemiologie navíc přistupují terminologické problémy, protože mnohé objekty jsou nazývány jinak než v klasické statistice (Simpson [29]). Hertz-Picciotto [13] se domnívá, že epidemiologové ve srovnání s biostatistiky více akcentují vztahy mezi proměnnými včetně potenciálního zkreslujícího vlivu (confounding) sledovaných faktorů, ale zase obcházejí mnohorozměrné metody a dichotomizují proměnné, takže výklad pak končí u čtyřpolních tabulek. Biostatistické přednášky považuje za příliš teoretické a epidemiologické zase za příliš heuristické a snaží se hledat východisko v přístupu důsledně vycházejícím z budování modelů a jejich interpretace.

Samostatnou kapitolu tvoří použití počítačů ve výuce. Studenti by měli být důrazně seznámeni s úskalími nepoučeného užívání statistického softwaru, ale je třeba dbát na to, aby se výuka nezvrhla v mechanické mačkání kláves podle náповědy učitele. Výuka prostřednictvím Internetu možná zvýší atraktivitu předmětu.

Statistika v porovnání s medicínou vyžaduje umění přesné formulace a to se učí těžko. Jelikož se matematické schopnosti jednotlivých mediků liší snad ještě více než mezi studenty jiných oborů, mělo by se k nim přihlížet při dělení do skupin.

Kdy a v jakém rozsahu se učí

Často se navrhuje učit v nižším (zpravidla prvním, maximálně druhém) ročníku úplné základy statistického uvažování (ne konkrétní metody) v povinném kursu pro všechny studenty a v závěrečných ročnících výběrově pro zájemce, kteří již dospěli k poznání, že jim statistika může být užitečná, poskytnout podrobnější údaje. Výuka ve vyšších ročnících lékařských fakult je mnohdy více orientována na epidemiologii a zdravotnickou statistiku. Jiní autoři se domnívají, že se statistikou lze začít, až když mají studenti dostatečné znalosti a jisté klinické zkušenosti. Oba přístupy mají svá pro a proti. Při výuce v úvodu studia lze očekávat, že k ní budou studenti přistupovat s „jasnou“ myslí nezátíženou dlouhodobým vlivem silně specifického způsobu výuky medicíny (Clayden [6]), budou vstřícnější než později (kdy se staví radikálněji k problematice, již nepovažují za důležitou), snáze si zvyknou na statistický způsob uvažování a i když by se raději zabývali čistě lékařskou či biologickou tematikou, nevzniknou zde zřejmě takové problémy jako u vyšších ročníků. Ty jednak jsou již angažovány i klinicky (Bahn [3]) a jednak si zákonitě osvojily pohled na věci a způsob učení, který je naprosto odlišný od statistického (Lowe [21]). V klinických letech vznikají i čistě technické problémy (nedostatek času, obtížné shromažďování kroužků ke společné výuce). Kladem výuky ve vyšších ročnících je, že studenti mohou snáze chápat důležitost využívání určitých statistických postupů a mohou mít již vlastní témata vyžadující statistické hodnocení. Naopak v nižších ročnících je volba ukázkových příkladů odbornými vědomostmi studentů dosti limitována.

Známý epidemiolog Lilienfeld [20] požaduje, aby výuka statistiky a statistických metod v epidemiologii probíhala průběžně v každém ročníku studia a byla vždy vázána k právě probíraným preklinickým i klinickým oborům a jejich odborným problémům. Podobně konstruované curriculum probírají i Bahn [3] a Clayden [6]. Tento přístup, radikálně odlišný od běžného schématu výuky, by měl ve studentech zanechat hlubší stopu než klasické kursy, jejichž rozsah je často menší jednosemestrální. Je otázkou, nakolik je prolínání statistiky jinými předměty prakticky realizovatelné, i když např. problémově orientovaný studijní plán (podobný tomu, který je zaváděn na pražské 3. lékařské fakultě) by měl přímou integraci epidemiologie a biostatistiky do bloků lékařské výuky umožňovat. Campbell [4] tento přístup odmítá, protože vyžaduje trvalou každoroční potřebu velké míry koordinace mezi vyučujícími, která je v praxi obtížně dosažitelná. Další kritický argument říká, že základní statistické nástroje jsou stejné pro všechny obory a měly by být prezentovány uceleně a nezávisle na konkrétním bloku odborné výuky. Jinak třeba musí student absolvovat kurs psychologie, aby slyšel něco o korelační matici.

Na některých univerzitách dospěli k tomu, že statistické kursy plně přesouvají z pregraduálního až do postgraduálního vzdělávání a na nižších úrovních ponechávají pouze témata s úzkou vazbou ke klinickému rozhodování, jako senzitivita a specifita diagnostických testů (Simpson [29]), apod. K doporučením zaměřit výuku až na vědecké pracovníky dospěly i některé vědecké konference ([15]), zatímco jiní říkají, že prakticky každý lékař musí alespoň občas číst lékařské časopisy a v nich se nutně se statistickými metodami setkává a měl by o nich proto mít představu již ze studií (i když míra znalostí může být menší než u výzkumných pracovníků). Pokud by se statistika na lékařských školách nepřednášela, setkávali by se lékaři se statistikou pouze jako s pomocníky při výzkumu a ještě více než dosud by je považovali za pouhý technický personál podporující jejich výzkum a ne za rovnocenné vědecké partnery (Campbell [4]).

Kde se učí, pomůcky při výuce

Clayden [6] ve snaze potlačit statické a formální rysy výukového procesu požaduje velkou flexibilitu v otázce místa, kde se studenti učí biostatistiku. Každá část výuky by měla probíhat jinde, jinak a ne nutně v posluchárně: v seminární místnosti, v počítačové učebně při kolektivní výuce anebo při individuální práci s daty, výukovými programy či výukovými materiály (třeba i bez přímé účasti učitele), na klinice (např. při plánování studie), doma, v pracovně, či dokonce telefonicky (při individuální konzultaci).

Na rozdíl od těchto až idealistických představ probíhá občas i dnes celá výuka ve velké přednáškové posluchárně, jindy je celá situována do počítačové učebny, i když zřejmě není nutné ani žádoucí, aby byl počítač využit na všech cvičeních. Často je k dispozici statistický software, který byl navržen pro praxi a ne pro výuku. Studentské verze programů se od plných nezřídka liší jen tím, že je v nich možno zpracovat menší objemy dat menším množstvím metod, ale postrádají možnosti metodické výuky a ověřování znalostí včetně poskytnutí rady v případě chybné odpovědi (Yilmaz [31]). (V opačném případě zase programy mohou ztížit zkoušení studentů prostřednictvím počítače).

Zdaleka ne všude existují výukové materiály a skripta vhodná pro výuku statistiky pro lékaře a biology. V některých zemích situaci řeší nákupem anglicky psané publikace ze zahraničí. Pokud to není možné, měli by studující mít (s předstihem před výukou) k dispozici alespoň podrobné poznámky ke kursu (Simpson [29]), zejména při výuce epidemiologie mohou být podkladem i publikované odborné články (kritické čtení).

Co je cílem výuky, jak je výuka hodnocena

Potřeba klasifikovat studenty zřejmě ovlivňuje náplň vysokoškolských kursů biostatistiky směrem k výuce konkrétních metod analýzy, zejména statistických testů (Altman [1]). Problém se zvyrazňuje, vyžaduje-li fakulta zkoušení pomocí otázek s variantními odpověďmi, přitom by cílem mělo být studenty něco naučit a ne je vyzkoušet. Lepší než prostý zkušební test, i když pedagogicky náročnější, je zřejmě ukončení kursu vypracováním nějaké práce, např. jednodušší epidemiologické studie. V průběhu práce se může stát, že bude se studentem nutno konzultovat i postupy, které nebyly probírány na výuce, na druhé straně může vzniknout práce, kterou lze publikovat. Možnost individuálního přístupu ovšem silně závisí na počtu studentů, kterým se musí pedagog věnovat. Do hodnocení studenta by rovným dílem měly přispívat účast a aktivita na seminářích, psané zprávy (průběžně vypracovávané úkoly nebo závěrečná práce) a vlastní závěrečná zkouška (Yilmaz [31]).

Student by měl porozumět základním principům a osvojit si cit pro data a rozpoznání chybných výsledků (Simpson [29]) i schopnost kriticky zhodnotit, kdy je který postup vhodný. Měla by se zvýšit jeho připravenost ke čtení odborné literatury; měl by být schopen posoudit, kdy problém může vyřešit sám a kdy má konzultovat se statistikem (již při přípravě pokusu, ne až po sběru dat) a měl by také mít určitou představu, jak s ním nejlépe konzultovat (Finney [10]). Bylo by dobré, kdyby se naučil statistika chápat jako rovnocenného člena interdisciplinárního týmu.

Závěrečné vyhodnocení účinnosti a prospěšnosti výuky biostatistiky by se mělo provádět s odstupem několika let, kdy jsou již bývalí studenti konfrontováni s praxí a získali jisté zkušenosti (Krall a spol. [19]).

Kdo učí

Ne vždy je učitelem statistiky (biostatistikem, biometrem) na lékařské či přírodovědecké fakultě osoba s plným statistickým vzděláním. Výuku někdy realizují poučení odborníci, lékařsky vzdělaní klinici i výzkumníci, např. fyziologové, biofyzici. Cavalli-Sforza [5] poukazuje hezkým příkladem na to, že rozdíly mezi biometry vycházejícími z matematických a nebo z biologických pozic se časem s narůstající praxí stírají, ale nikdy zcela nezmizí, Finney [10] k tomu dodává, že bychom se ochuzovali, kdybychom před jedněmi nebo druhými zavírali dveře. Clayden [6] podotýká, že požadavky na osobu vyučujícího se odvíjejí od požadavků na kurs samotný a poměr teorie a praxe v něm. Kdo vyučuje a co se vyučuje následně ovlivňuje, jak se vyučuje. Clayden považuje za vhodné, aby kursy zaměřené pouze aplikačně/prakticky učili nestatistickí (kteří mohou při přípravě konzultovat se statistiky), i když je si jistých rizik tohoto přístupu vědom. Ideální by bylo, kdyby studenti poznali dané téma z pohledu dvou pedagogů, statistika a nestatistika (lékaře), od jednoho na přednášce, od druhého na cvičení. Takové řešení ale většinou není z organizačních a kapacitních důvodů možné.

I mezi statistiky nutno rozlišovat „akademické“ statistiky, kteří ihned po ukončení svých řádných studií či doktorandského studia začínají učit biostatistiku, aniž by jistý čas strávili v nějaké výzkumné instituci (Zelen [32]), a statistiky s vlastní konzultační praxí, kteří mají nepochybně lepší výchozí postavení; mnoho autorů přímo požaduje, aby statistik měl i znalosti lékařské problematiky. Matematické fakulty neposkytují dostatečně praktické školení, takže začínající mladý biostatistik se s mnoha (ne-li téměř všemi) metodami potřebnými v lékařském výzkumu seznamuje až „za pochodu“ při své praxi. Několik let mu trvá, než si tyto metody osvojí, získá patřičné mezioborové zkušenosti a je schopen vést výuku na potřebné úrovni. Pozici mu u nás navíc ztěžuje nedostatek expertů, kteří by mu své zkušenosti mohli předat, zejména chybí odborníci, kteří by aktivně uměli aplikovat složitější epidemiologicko-statistické postupy. Kupodivu i ve světě je pocítován nedostatek lékařských statistiků a biostatistiků, mj. z důvodu omezeného počtu odpovídajících pracovních míst (Altman [1]).

Vyučující biostatistiky by v každém případě měl spolupracovat s vyučujícími jiných lékařských oborů, připravovat s nimi adekvátní příklady a přizpůsobit svůj výklad jejich požadavkům. Tento bod se v našich podmínkách velice těžko plní, komunikace mezi obory je téměř vždy problematická.

Otázku, kdo učí, lze chápat i šířeji ve smyslu, které oddělení je výukou biostatistiky pověřeno či kam je vyučující zařazen (na lékařské fakultě to bývá katedra sociálního lékařství, preventivní medicíny, farmakologie, biofyziky). Finney [10] uvádí, že by univerzita měla mít silné oddělení statistiky s mnoha mezioborovými a mezifakultními formálními i neformálními vazbami, kde budou i odborníci tíhnoucí k teorii i kantoři s dobrými znalostmi speciálních aspektů biometrické praxe. Příbuzná a v praxi reálnější je koncepce centrálního statistického pracoviště alespoň v rámci lékařské fakulty. Proti tomu pak stojí tendence rozmístit biostatistiky po jednom na různá klinická pracoviště, která velmi stěžuje statistikům vzájemnou spolupráci. Najímání externích učitelů statistiky v rámci krátkodobé smlouvy a na zlomkové úvazky může být efektivní v případě, že jsou externisté začleněni do kolektivu statistiků, kteří jsou na univerzitě na plný úvazek, ale představuje extrémní řešení, pokud takováto skupina, zajišťující kontinuitu práce, neexistuje.

Co se mají naučit vyučující aplikované statistiky

V rámci řešení problematiky výuky statistiky pro nestatistiky bývá poněkud opomíjena otázka, co mohou pro zlepšení komunikace se studenty udělat sami kantoři. Již bylo zmíněno, že by měli mít vlastní praxi s konzultacemi pro odborníky v jiných oborech, při níž mj. získají cit pro rozdíly mezi statistickou a klinickou významností. Cox [7] uvažuje

o knize typu „*Biologie pro statistiky*“, možná by měli statistici projít i podobným kursem nebo přednáškou „*Statistické konzultace pro statistiky*“. Nepochybně je vysoce ceněno dvojí úplné vzdělání (jak statistické, tak lékařské či biologické; Cox [7]), a to nejen proto, že výrazně redukuje čistě odborné problémy, ale i z formálního důvodu, protože takový statistik je zejména lékařskou obcí automaticky více respektován. Určité závěry by se měly nepochybně vyvodit i z postavení aplikované statistiky ve výuce statistiků, které nebývá příliš silné. S tím souvisí otázka, zda doktorandské studium biostatistiků a biometrů má být orientováno na abstraktní teorii či praktickou aplikaci (Finney [10]).

Zcela samozřejmý není ani požadavek, že by učitelé měli umět učit a dodržovat při výuce a její přípravě určité zásady (Mosteller [23]).

Specifické formy výuky a osvěty

Svým způsobem probíhá výukový proces i v rámci individuálních statistických konzultací, při spolupráci na výzkumných projektech a při recenzování biologických a lékařských prací biostatistiky; ideální je, pokud při tom dochází ke vzájemnému vzdělávání a obohacování (Hyams [16]).

Umění být dobrým konzultantem se učí velmi těžko (Pocock [25]). Při konzultacích nesmí být statistik přehnaně kritický, když lékař neformuluje jasně své postupy a požadavky (Hyams [16]), a musí si naopak vypěstovat schopnost vytáhnout z volného hovoru s lékařem to podstatné a vzbudit v něm dojem, že svou prací skutečně napomáhá lepšímu posouzení celého problému. Lékaři by naopak předchozí studium statistických principů mělo usnadnit komunikaci se statistikem a měl by lépe umět posoudit, jak velký objem práce statistik vykoná. Velmi zasvěceně a zodpovědně se biostatistickými konzultacemi zabývá Hyams [17], byť i v poněkud humornějším duchu. Klasifikuje jednotlivé typy konzultantů (např. „hnidopich“ se soustřeďuje na bezvýznamné, ale snadno diskutovatelné detaily) a zákazníků (např. „statistik amatér“, který věří, že statistiku lze zvládnout bez formálního tréninku a zkušenosti) a ukazuje, k jakým komunikačním problémům mezi nimi může dojít. Literatura o statistických konzultacích je velmi rozsáhlá (Woodward, Schucany [30]).

Poměrně málo lékařských a biologických časopisů má zodpovědný systém statistického recenzování. Tím se vytváří začarovaný kruh, protože učitelé-lékaři vědí, že si mohou po statistické stránce dovolit prakticky cokoli, a studenti pak necítí potřebu statistiky u svých učitelů. Je smutné, jak snadno a často lze narazit na články s mizerným statistickým zpracováním. Negativní vliv časopisů se může projevat i v tom, že např. nechťejí publikovat negativní či statisticky nesignifikantní výsledky, nechťejí publikovat tabulky, ale jen grafy, či kladou různé další požadavky. Finney [11], [12] podává souhrnný pohled na biometra v roli recenzenta, na úskalí, s nimiž se může setkat a na otázky, jichž je třeba si při recenzování všimnout. Složitost oboru zvaného biostatistika podtrhuje i fakt, že ani odborné časopisy většinou nedokáží zůstat na pomezí statistiky a medicíny či biologie a sklouznou k jedné či druhé straně.

Sylaby

Dawson-Saunders a spol. [8] uvádějí výsledky severoamerické studie, která mapovala organizaci výuky biostatistiky a vyučovaná témata. Na více než 90 % lékařských škol, které odpovíděly, se statistika vyučuje, ale škála témat je obrovsky variabilní. Mezinárodní konference o výuce statistiky na lékařských školách organizovaná WHO stála na počátku vývoje příručky pro učitele zdravotnické statistiky ([22]), která pokrývá základní mezinárodně akceptovaná témata, ale zřejmě se nebude zcela překrývat s konkrétními požadavky jednotlivých škol.

Návrhy tematických okruhů pro kursy biostatistiky publikovalo mnoho dalších autorů, např. Bartlett [2], Finney [10], sylabus Evanse [9] důsledně vychází z lékařských témat,

která vlastně jen doplňuje a obohacuje statistickými postupy. Problematiku klinických pokusů zpracovali Peterson, Fisher [24].

Závěr

Podklady použité při přípravě tohoto sdělení samozřejmě představují jen maličký zlomek literatury na dané téma publikované, protože výuka biostatistiky a epidemiologie je stále živý problém a trvalá výzva. Učí se prakticky všude na světě a nikde nejsou zcela stejné podmínky a žádní dva studenti ani kantoři nejsou stejní, a proto ani na většinu otázek neexistuje univerzální odpověď, která by byla platná pro všechny učitele a situace, a zřejmě nikdy nelze dosáhnout úplné shody.

Literatura:

- [1] Altman, D. G. (1982). Statistics in medical journals. *Stat. Med.* 1, 59-72.
- [2] Bartlett, M.S. (1950). Teaching and education in biometry. With discussion. *Biometrics* 6, 85-98.
- [3] Bahn, A. (1969). Teaching biostatistics to medical students. *J. Med. Educ.* 44, 622-626.
- [4] Campbell, M.J. (1990). Response (to A.D. Clayden). *Stat. Med.* 9, 1039-1041.
- [5] Cavalli-Sforza, L. (1968). Teaching of biometry in secondary schools. *Biometrics* 24, 736-740.
- [6] Clayden, A.D. (1990). Who should teach medical statistics, when, how and where should it be taught? *Stat. Med.* 9, 1031-1037.
- [7] Cox, C.P. (1968). Some observations on the teaching of statistical consulting. *Biometrics* 24, 789-801.
- [8] Dawson-Saunders, B., Azen, S., Greenber, R.S., Reed, A.H. (1987). The instruction of biostatistics in medical schools. *Am. Statist.* 41 (4), 263-266.
- [9] Evans, S.J.W. (1990). Statistics for medical students in the 1990's: how should we approach the future? *Stat. Med.* 9, 1069-1075.
- [10] Finney, D.J. (1968). Teaching biometry at the university. *Biometrics* 24, 1-12.
- [11] Finney, D.J. (1995). Statistical science and effective scientific communication. *J. Appl. Stat.* 22 (2), 293-308.
- [12] Finney, D.J. (1997). The responsible referee. *Biometrics* 53, 715-719.
- [13] Hertz-Picciotto, I. (1999). What you should have learned about epidemiologic data analysis. *Epidemiology* 10 (6), 778-783.
- [14] Hill, A.B. (1947). What statistics in the medical curriculum? *Brit. Med. J.* ii, 366-368.
- [15] Hill, I.D. (1971). Report on a medical statistical conference. *J. Royal Stat. Soc. C* 20, 319-321.
- [16] Hyams, L. (1969). Letter to the Editor. *Biometrics* 25, 431-434.
- [17] Hyams, L. (1971). The practical psychology of biostatistical consultation. *Biometrics* 27, 201-211.
- [18] Khurshid, A., Sahai, H. (1993). A second bibliography on the teaching of statistics in biological, medical, and health sciences. *Statistica Applicata* 5, 309-397.
- [19] Krall, J.M., Hall, D.S., Garland, B.K., Pearson, R.J.C. (1983). Physicians' views of the teaching and utility of courses in epidemiology and biostatistics. *J. Med. Educ.* 58, 815-817.

- [20] Lilienfeld, A.M. (1979). More statistics in medical education (Letter). N. Eng. J. Med. 300 (4), 204-205.
- [21] Lowe, C.R. (1963). On the teaching of statistics to medical students. Lancet 1, 985-987.
- [22] Lwanga, S.K., Tye, Ch.-Y., Ayeni, O. (1999). Teaching health statistics. Lesson and seminar outlines. WHO, Geneva.
- [23] Mosteller, F. (1980). Classroom and platform performance. Am. Statist. 34 (1), 11-17.
- [24] Peterson, A.V., Fisher, L.D. (1980). Teaching the principles of clinical trials design and management. Biometrics 36, 687-697.
- [25] Pocock, S.J. (1995) Life as an academic medical statistician and how to survive it. Stat. Med. 14, 209-222.
- [26] Roiter, C.R., Petocz, P. (1996). Introductory statistics courses - a new way of thinking. J. Stat. Educ. 4 (2).
<http://www.amstat.org/publications/jse/v4n2/roiter.html>
- [27] Sahai, H. (1990). Some comments on teaching biostatistics in medical and health sciences. Meth. Inform. Med. 29 (1), 41-43.
- [28] Sahai, H., Misra, S.C., Toro, C. (1990). Teaching statistics in biological, medical, and health sciences: Some comments and a selected bibliography. Biometrical Journal 32, 449-489.
- [29] Simpson, J.M. (1995). Teaching statistics to non-specialists. Stat. Med. 14, 199-208.
- [30] Woodward, W.A., Schucany, W.R. (1977). Bibliography of statistical consulting. Biometrics 33, 564-565.
- [31] Yilmaz, M.R. (1996). The challenge of teaching statistics to non-specialists. J. Stat. Educ. 4 (1). *<http://www.amstat.org/publications/jse/v4n1/yilmaz.html>*
- [32] Zelen, M. (1969). The education of biometricians. Amer. Statist. 23, 14-15.