

FYZIKÁLNE MERANIE A SPRACOVANIE NAMERANÝCH DÁT V PRÍPRAVE BUDÚCICH LEKÁROV

Viera Haverlíková

Ústav lekárskej fyziky, biofyziky, informatiky a telemedicíny, Lekárska fakulta Univerzity Komenského v Bratislave

Abstrakt: Príspevok prináša stručný prehľad výsledkov pedagogického výskumu realizovaného v akad. r. 2015/16 s cieľom zmapovať vstupné vedomosti študentov Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave (LF UK) v oblasti merania a spracovania dát tak, aby bolo možné sformulovať odporúčania pre ďalšiu inováciu obsahu a foriem výučby a skvalitniť prípravu budúcich lekárov. Výskum pozostával z celoplošne administrovaného písomného dotazníka a vstupného vedomostného testu a krátkych vstupných testov a pozorovania praktickej činnosti menšej vzorky študentov všeobecného a zubného lekárstva. Výsledky preukázali vážne nedostatky vo vedomostiach a zručnostiach študentov, ktoré im bránia efektívne sa zúčastňovať praktickej výučby.

Kľúčové slová: fyzikálne meranie, spracovanie dát, vysokoškolské vzdelávanie.

Úvod

Moderná medicínska diagnostika a terapia sú nemysliteľné bez správneho a dostatočne presného merania širokého spektra fyzikálnych veličín. Účinná, bezpečná a presná lekárska starostlivosť vyžaduje, aby lekár vedel zvoliť vhodnú metódu merania a správne ju použiť, aby vedel získané údaje vyhodnotiť a výsledky správne interpretovať. V ostatných rokoch okrem toho neustále narastá význam medicíny založenej na dôkazoch (evidence-based medicine), ktorej cieľom je zámerné a súdne používanie najlepších súčasných dôkazov pri rozhodovaní v starostlivosti o individuálnych pacientov. To všetko si vyžaduje od lekárov nielen základné praktické zručnosti merania fyzikálnych veličín, ale aj porozumenie vedeckých štúdií vrátane výskumných dát spracovaných rôznymi spôsobmi a v neposlednom rade tiež schopnosť neustálej aktualizácie poznatkov a zručností.

V príprave budúcich lekárov na Lekárskej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave (LF UK) sú vedomosti, zručnosti a spôsobilosti potrebné k realizácii fyzikálnych meraní, spracovaniu nameraných dát a ich interpretácii u študentov rozvíjané predovšetkým v rámci povinného predmetu biofyzika, ktorý študenti všeobecného lekárstva (VL) absolvujú v rozsahu 36 hodín (od akademického roku 2016/17 už iba 24 hodín) prednášok a 36 hodín praktickej výučby, resp. predmetu lekárska biofyzika, ktorý študenti zubného lekárstva (ZL) absolvujú v rozsahu 24 hodín prednášok a 24 hodín praktickej výučby.

Praktická výučba prebieha vo forme trojhodinových cvičení pre študijný program VL a dvojhodinových cvičení pre študijný program ZL. Študenti majú realizovať 22 laboratórnych úloh a spracovať z nich protokoly. Študenti oboch študijných programov majú rovnaké laboratórne úlohy, vzhľadom na menšiu časovú dotáciu majú však študenti ZL zníženú hranicu minimálneho počtu bodov, ktoré musia získať na úspešné absolvovanie predmetu.

Témy jednotlivých úloh (Praktické cvičenia, 2015) pokrývajú široké spektrum aplikácií fyziky v medicíne. Sú rozdelené do dvoch oblastí:

1. fyzikálne faktory pracovného prostredia (Mikroklimatické faktory, Meranie osvetlenia, Dozimetria, Model rádioaktívnej premeny), fyzikálne vlastnosti kvapalín (Meranie povrchového napätia, Meranie viskozity, Meranie rýchlosti toku krvi), optické metódy určovania koncentrácie roztokov (Spektrofotometria, Polarimetria, Refraktometria), elektrické vlastnosti biologických tkanív (VA charakteristika kože)
2. fyzikálne charakteristiky ľudského organizmu (Antropometria, Spirometria, Termometria, Vyšetrenie zrakovej ostrosti, Audiometria, Ladičkové skúšky, Nepriame meranie krvného tlaku, Ruffierov test, Model redistribúcie krvi) a spracovanie biosignálov (Biofyzikálna analýza záznamu EKG, Konštrukcia elektrickej osi srdca)

Základné pravidlá fyzikálneho merania a spracovania nameraných údajov sú (okrem iných tém) predmetom prvého praktického cvičenia. Vzhľadom na obmedzené priestorové a technické možnosti nerealizujú všetci študenti jednotlivé úlohy v rovnakom pevne stanovenom poradí. Záleží preto na každom učiteľovi, kedy a ako rozvíja u študentov teoretické vedomosti a praktické zručnosti v oblasti merania a spracovania dát.

V úvode akad. r. 2015/16 sme realizovali pedagogický výskum s cieľom zmapovať vstupné vedomosti študentov v oblasti merania a spracovania dát tak, aby bolo možné sformulovať odporúčania pre ďalšiu inováciu obsahu a foriem výučby a skvalitniť prípravu budúcich lekárov.

Materiál a metodika

Výskum pozostával z dvoch častí:

1. Zisťovanie kľúčových faktorov ovplyvňujúcich vedomosti študentov a zisťovanie vstupných vedomostí bolo realizované formou celoplošne administrovaného písomného dotazníka a vstupného testu na začiatku výučby.

Do dotazníkového prieskum sa počas úvodného praktického cvičenia zapojilo všetkých 333 študentov všeobecného a 39 študentov zubného lekárstva v prvom semestri štúdia na LF UK. Dotazník obsahoval osem položiek zisťujúcich vybrané charakteristiky predchádzajúceho štúdia fyziky. Od respondentov sa očakával výber jednej z možností, prípadne krátka voľná odpoveď. Odpovede študentov boli v prípade potreby kvalitatívne kategorizované. Následne boli všetky dáta štatisticky spracované.

Vstupný test riešilo 302 študentov VL a 39 študentov ZL prítomných na úvodnej prednáške. Test pozostával z dvoch častí – šiestich úloh s voľnou tvorbou odpovede zameraných na zistenie vybraných faktických vedomostí fyzikálnych zákonov a šiestich konceptuálnych otázok s výberom z možností zameraných na zistenie predstáv o vybraných fyzikálnych javoch obsiahnutých v prvej časti testu. Vedomosti a predstavy týkajúce sa fyzikálneho merania boli vyhodnotené u 192 študentov VL a 39 študentov ZL, z vyhodnotenia boli vynechané odpovede tých študentov, ktorí v čase písania vstupného testu už mali za sebou úvodné praktické cvičenie venované okrem iného aj opakovaniu stredoškolskej fyziky. Odpovede študentov boli štatisticky spracované.

2. Zisťovanie praktických zručností študentov bolo realizované formou krátkych písomných testov a pozorovaním činnosti študentov počas praktických cvičení.

Do tejto fázy výskumu bola zapojená menšia časť študentov: celkovo 16 študentov VL a 11 študentov ZL, ktorí počas jednotlivých praktických cvičení postupne riešili obrázkom zadané testové úlohy zamerané na odčítanie nameranej hodnoty. Jednotlivé úlohy riešil rôzny počet respondentov podľa aktuálnej účasti na praktickom cvičení.

Výskumná vzorka tejto časti výskumu nebola reprezentatívna. Výsledky preto neboli štatisticky analyzované. Cieľom bolo vytypovať prekážky, ktoré musia študenti pri praktickom meraní prekonávať a v budúcnosti sa potom zamerať na ich systematické odstraňovanie.

Tab 1: Prehľad výskumnej vzorky v jednotlivých fázach výskumu vedomostí a zručností týkajúcich sa merania fyzikálnych veličín.

Výskumný nástroj	Všeobecné lekárstvo	Zubné lekárstvo
Dotazník	333	39
Vstupný test	192*	39
Priebežné zisťovanie praktických zručností	14 až 16	10 až 11

*Pozn. Vstupný test riešilo celkom 302 študentov VL, ale 192 z nich ešte nebolo ovplyvnených úvodným praktickým cvičením

Výsledky

Dotazník

Výsledky dotazníkového zisťovania ukázali, že 98 % študentov tvoria absolventi gymnázií, pričom celkom iba 2 % z nich majú maturitnú skúšku z fyziky. Počet týždenných hodín fyziky, ktoré v poslednom roku stredoškolského štúdia respondenti absolvovali je veľmi rôznorodý – pohyboval sa v rozpätí od 0 do 7 hodín, priemerne to bolo 0,9 hodiny. V priemere 61 % respondentov nemalo v poslednom roku strednej školy žiadnu výučbu fyziky, 8 % respondentov nemalo žiadnu fyziku počas posledných dvoch rokov stredoškolského štúdia. Laboratórne merania vykonávalo podľa subjektívneho vyjadrenia počas stredoškolského štúdia 60 % respondentov a 48 % respondentov spracovávalo z laboratórnych meraní protokoly. Rozdiely medzi študentmi VL a ZL (tabuľka 2) vo vyššie uvedených parametroch neboli štatisticky významné.

V prípade študentov VL približne polovica nastúpila na LF UK hneď po absolvovaní stredoškolského štúdia, v prípade študentov ZL väčšina (64 %) nastúpila na štúdium rok alebo viac po maturite. Tento rozdiel je štatisticky významný na úrovni $p = 0,06$. Polovica zo všetkých respondentov, ktorí maturovali rok a dlhšie pred nástupom na LF UK polovica uviedla, že študovala na inej vysokej škole. Najčastejšie na prírodovedeckých fakultách a na Fakulte chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity.

Tab 2: Faktory ovplyvňujúce vstupné vedomosti a zručnosti študentov LF UK z fyziky.

Výskumný nástroj	Všeobecné lekárstvo (N = 333)	Zubné lekárstvo (N=39)
Zastúpenie absolventov gymnázií	95,2 %	97,4 %
Priemerný počet týždenných hodín fyziky v poslednom roku stredoškolského štúdia	0,9 (min 0, max 7)	0,8 (min 0, max 4)
Zastúpenie respondentov, ktorí nemali v poslednom roku strednej školy žiadnu fyziku	61 %	58 %
Vykonávanie laboratórnych meraní počas stredoškolského štúdia fyziky	61,4 %	64,1 %
Spracovávanie protokolov z laboratórnych meraní počas stredoškolského štúdia fyziky	52,2 %	41,0 %
Maturita z fyziky	2,4 %	0,0 %
Nástup na VŠ hneď po skončení stredoškolského štúdia	51,5 %	35,9 %

Vstupný test

Téma meranie a spracovanie nameraných dát bola vo vstupnom teste zastúpená dvomi úlohami. Ich vyhodnotenie je zaznamenané v tab. 3.

V prvej časti testu mali študenti napísať základné fyzikálne veličiny a im zodpovedajúce jednotky, ako aj symboly, ktorými ich označujeme v medzinárodnom systéme jednotiek. Úloha zisťovala úroveň zapamätania. Odpovede študentov nepriamo naznačujú, ktoré fyzikálne veličiny počas predchádzajúceho štúdia merali. Túto úlohu, ako jedinú, aspoň čiastočne riešili všetci respondenti. Celková dosiahnutá priemerná percentuálna úspešnosť bola 45,5 %. Rozdiel medzi študentmi VL a ZL nebol štatisticky významný.

Medzi najčastejšie problémy študentov patrili:

- neuvádzanie veličín svietivosť a látkové množstvo,
- nerozlišovanie veličín teplota a termodynamická teplota, prípadne uvádzanie jednotky kelvin ako jednotky teploty, resp. jednotky stupeň Celzia ako jednotky termodynamickej teploty
- neznalosť jednotky elektrického prúdu (niekedy zamieňanie za volt alebo ohm)
- nesprávne uvádzanie základnej jednotky hmotnosti – gram namiesto kilogram.

V druhej časti testu mali respondenti označiť všetky pravdivé tvrdenia dokončujúce tvrdenie

Presnosť merania je možné zvýšiť:

- a) zopakovaním merania na ďalších (iných) objektoch;
- b) zopakovaním merania za nezmenených podmienok;
- c) zopakovaním merania za zmenených podmienok;
- d) rozdelením najmenšieho dielika stupnice použitého meracieho prístroja na menšie časti;
- e) štatistickým spracovaním výsledkov.

Úplnú správnu odpoveď (možnosť b bez kombinácie s ďalšími možnosťami) označilo v priemere 47 % respondentov, pričom rozdiel medzi študentmi VL a ZL bol štatisticky významný ($p = 0,008$).

Pravdivú možnosť b pritom označilo celkovo až 76 % respondentov, zhodne v oboch študijných programoch. Druhou najčastejšie označovanou alternatívou bolo štatistické spracovanie dát (33 %).

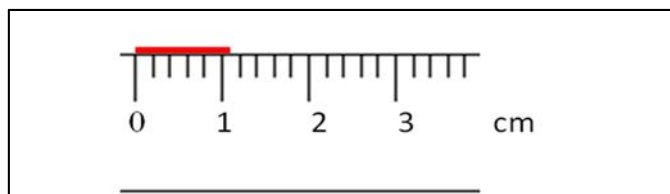
Tab 3: Prehľad priemernej percentuálnej úspešnosti respondentov pri riešení úloh vstupného testu týkajúcich sa merania fyzikálnych veličín.

Úloha	Všeobecné lekárstvo (N = 192)	Zubné lekárstvo (N = 39)
Zapamätanie základných fyzikálnych veličín, ich jednotiek a súvisiacich symbolov	45,9 %	44,3 %
Predstavy o spôsoboch zvýšenia presnosti merania zodpovedajúce vedeckej koncepcii	51,0 %	28,2 %

Priebežné zisťovanie praktických zručností

Respondenti počas semestra na praktických cvičeniach postupne riešili tri obrázkom zadané úlohy zamerané na zistenie praktickej schopnosti odčítať nameranú hodnotu.

Prvá úloha bola zameraná na uvedenie si delenia stupnice a zistenie hodnoty najmenšieho dielika. Z časových dôvodov nebola zvolená forma úlohy s voľnou tvorbou odpovede, ale testová forma s výberom najlepšej z možností (obr. 1) zadaná: „Odčítajte dĺžku čiary odmeranej pravítkom“. Jednotlivé distraktory 1,0 cm; 1,1 cm; 1,2 cm; 1,05 cm boli zvolené na základe predchádzajúcich pozorovaní študentov prvých ročníkov LF UK pri praktickom meraní.



Obr. 1: Odčítanie hodnoty z jednoduchej stupnice s dôrazom na veľkosť najmenšieho dielika.

Až 19 z 25 respondentov (76%) zvolilo poslednú z uvedených možností. Neuvážili teda delenie stupnice, kedy najmenší dielik nezodpovedal jednej desatine, ale jednej pätine, t.j. 0,2 cm. Bezprostredne po riešení úlohy bol problém so študentmi diskutovaný. Približne polovica študentov na otázku, aký je najmenší dielik stupnice, rýchlo a správne reagovala a samostatne vedela opraviť svoju predchádzajúcu odpoveď. Študenti boli upozornení na význam zápisu nameranej hodnoty v podobe „hodnota \pm polovica najmenšieho dielika“ s uvedením jednotky meranej veličiny. Niektorí študenti neakceptovali odčítanie hodnoty v medzipolohe priklonením sa k najbližšej ryske, t.j. v prípade na obr.1 (1,0 \pm 0,1) cm, resp. (1,2 \pm 0,1) cm, ako správne. Pripúšťali len odčítanie nameranej hodnoty v medzipolohe metódou najlepšie odhadu, teda (1,1 \pm 0,1) cm.

S odstupom jedného týždňa študenti riešili obdobnú úlohu - odčítať nameranú hodnotu zo stupnice. Cieľom bolo zistiť, či po predchádzajúcej intervencii študenti budú uvádzať aj neistotu merania a jednotky meranej veličiny, preto bola zvolená forma úlohy s voľnou tvorbou odpovede. V zadaní bol použitý obrázok stupnice vodného spirometra, ktorým mali študenti v daný deň merať (obr. 2), s použitím väčšieho z dvoch možných zvonov (stupnica na obr. 2 vľavo).

Úplnú správnu odpoveď napísal len jeden z 26 respondentov, a to vo forme „odhadnutá hodnota jednotka \pm polovica najmenšieho dielika jednotka“. Ďalší dvaja študenti uviedli správne hodnoty, ale bez uvedenia jednotky. Piaty študent uvažoval o dvojnásobnej neistote „odhadnutá hodnota \pm najmenší dielik“. Celkom 14 respondentov (54 %) neuviedlo žiadnu neistotu merania. Väčšina študentov (70 %) uviedla správnu jednotku meranej veličiny, 5 študentov (19 %) jednotku neuviedlo a traja uviedli nesprávnu jednotku.



Obr. 2: Odčítanie hodnoty z jednoduchej stupnice s dôrazom na uvedenie neistoty merania a jednotky meranej veličiny.

Poslednú zo série úloh riešili študenti na treťom praktickom cvičení. Jej cieľom bolo zistiť, či študenti vedú odčítať nameranú hodnotu z digitálneho meracieho prístroja s prepínačom rozsahu, bez uvedenia neistoty merania (obr.3). Úplnú správnu odpoveď neuviedol žiaden z 27 respondentov. Dvaja odpísali zobrazenú hodnotu, ale neuviedli jednotku meranej veličiny, štyria síce uviedli správnu jednotku, ale hodnotu prepísali so zmeneným počtom platných čísiel (zaokrúhlili hodnotu na 70, resp. jeden respondent uviedol hodnotu 70,00). Ďalší štyria študenti odpísali hodnotu z displeja, ale uviedli nesprávnu jednotku (nielen A, mA, ale aj Ω , V, či A.s). Štyria študenti uviedli hodnotu udávajúcu nastavený rozsah prístroja a štyria študenti uviedli hodnotu, ktorá bola súčinom zobrazenej hodnoty a nastaveného rozsahu prístroja. K úlohe sa vôbec nevyjadrilo až 6 študentov (22%).



Obr. 3: Odčítanie hodnoty z displeja digitálneho ampérmetra s prepínačom rozsahu.

Medzi študentmi VL a ZL neboli pozorované výrazné rozdiely.

Diskusia

V porovnaní s výsledkami obdobného výskumu realizovaného v akademickom roku 2014/15 (Haverlíková, Kozlíková, 2014) nastalo v sledovaných charakteristikách predošlého fyzikálneho vzdelávania študentov prvého ročníka LF UK niekoľko rozdielov:

- u študentov všeobecného lekárstva poklesol relatívny počet absolventov gymnázií z 98,4 % na 95,2 % ($p = 0,034$)
- štatisticky významne pokleslo zastúpenie respondentov, ktorí tvrdili, že počas stredoškolského štúdia vykonávali laboratórne merania z celkovo 71 % na 62 % ($p = 0,011$); relatívna početnosť študentov, ktorí tvrdili, že počas stredoškolského štúdia fyziky spracovávali protokoly z meraní sa pritom významne nezmenila (poklesol z 53 % na 51 %, $p = 0,524$)
- štatisticky nevýznamne vzrástol počet hodín výučby fyziky v poslednom roku stredoškolského štúdia (z 0,7 h na 0,9 h, $p = 0,06$)

V úspešnosti študentov pri riešení úlohy vymenovať základné fyzikálne veličiny a ich jednotky nebol zaznamenaný oproti zisťovaniu v akademickom roku 2014/15 významný rozdiel. Konceptuálne úlohy neboli v minulosti súčasťou vstupného testu. Z analýzy odpovedí na otázku týkajúcu sa spôsobov zvýšenia presnosti merania vyplýva, že celkovo len menej ako polovica študentov (47 %) má predstavy zodpovedajúce vedeckej koncepcii. Spolu 28 % respondentov označilo okrem správnej možnosti aj niektorú z nesprávnych možností. Odpovede zostávajúcich 25 % respondentov neobsahovali správnu možnosť.

V druhej časti výskumu boli praktické zručnosti odčítavať namerané hodnoty sledované len u pomerne malej nereprezentatívnej vzorky študentov. Tieto výsledky preto nie je možné zovšeobecňovať. Naznačujú však, že nezanedbateľné množstvo študentov (viac ako tri štvrtiny zúčastnených respondentov) má elementárne nedostatky v sledovanej oblasti.

Záver

Výsledky realizovaného pedagogického výskumu preukázali vážne nedostatky vo vedomostiach a schopnostiach študentov prvého ročníka štúdia na LF UK potrebných pre efektívne štúdium biofyziky a lekárskej fyziky. Pri tvorbe nového obsahu vzdelávania je potrebné akceptovať nielen fakt, že väčšina študentov absolvuje len povinnú minimálnu výučbu fyziky na strednej škole. Alarmujúce sú absentujúce skúsenosti študentov s praktickým meraním, čo nevyhnutne vedie k nízkej schopnosti porozumieť vedeckej práci, či neschopnosti vedecky pracovať. Mimoriadny dôraz preto bude v budúcnosti potrebné klásť na prípravu kvalitných vzdelávacích materiálov, ktoré umožnia študentom aj formou samoštúdia doplniť svoje fyzikálne vzdelanie na úroveň cieľových požiadaviek na maturitu, aby boli následne schopní porozumieť vybraným základným témam lekárskej biofyziky.

PodĎakovanie

Práca bola vypracovaná ako súčasť grantových projektov KEGA číslo 020UK-4/2014 „Inovácia obsahu, foriem a metód praktických cvičení z biofyziky a lekárskej biofyziky pre štúdium medicíny a biomedicínskej fyziky“ a KEGA 037UK-4/2016 „Monitoring a rozvoj spôsobilostí vedeckej práce u študentov lekárskejších a biomedicínskych odborov vysokých škôl“.

Literatúra

HAVERLÍKOVÁ, V. - KOZLÍKOVÁ, K. 2014. *Pripravenosť študentov medicíny na štúdium biofyziky z hľadiska vstupných faktických vedomostí*. In: *Lekárska fyzika a biofyzika na začiatku 21. storočia: Aplikácie fyziky v medicíne*. Zborník prác. Vyd. Bratislava : Univerzita Komenského, 2014, s.38 – 41. ISBN 978-80-223-3761-8

Praktické cvičenia, Ústav lekárskej fyziky, biofyziky, informatiky a telemedicíny Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave, [online], 2015, [citované 20. marec 2016].

Dostupné na <http://zona.fmed.uniba.sk/pracoviska/teoreticke-ustavy/ustav-lekarskej-fyziky-biofyziky-informatiky-a-telemediciny-lf-uk/pedagogika/prakticke-cvicenia/>

Adresa autora

doc. PaedDr. Viera Haverlíková, PhD.

Ústav lekárskej fyziky, biofyziky, informatiky a telemedicíny

Lekárska fakulta Univerzity Komenského v Bratislave

Sasinkova 2

813 72 Bratislava

viera.haverlikova@fmed.uniba.sk