

FELELVÁLASZTÓS TESZTKÉRDÉSEKEN ALAPULÓ FIZIKAVIZSGÁKKAL KAPCSOLATOS TAPASZTALATOK ORVOSTANHALLGATÓKNÁL

MULTIPLE CHOICE TEST BASED EXAMINATION IN PHYSICS FOR MEDICAL STUDENTS

Égerházi László^{1*}, Tandori Júlia¹, Makra Péter¹, Bari Ferenc¹

¹Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet, Általános Orvostudományi Kar, Szegedi Tudományegyetem, Magyarország

Kulcsszavak:

orvosi fizika,
felelválasztós tesztkérdések,
számítógépes vizsga, többnyelvű
oktatás

Keywords:

medical physics,
multiple choice test questions,
computerised examination,
multilingual education

Cikktörténet:

Beérkezett 2018. augusztus 01.
Átdolgozva 2018. szeptember 04.
Elfogadva 2018. október 01.

Összefoglalás

A Szegedi Tudományegyetem Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézetében három nyelven (magyarul, angolul és németül) tartunk fizikakurzusokat orvostanhallgatóknak. 2010-ben modernizáltuk az orvosi fizikai kurzusok tematikáját, egységessé téve a három nyelv oktatását, és ezzel egyidejűleg felelválasztós tesztkérdéseken alapuló számítógépes vizsgarendszert vezettünk be. Az új módszer számos előnyös változást hozott, például az automatikus kiértékelésnek köszönhetően a hallgatók azonnal értesülnek a vizsgaeredményükről, és objektívebbé vált a hallgatók teljesítményének megítélése. Hamarosan nyilvánvalóvá váltak azonban azok a nehézségek is, amelyeket elsősorban a hallgatók nagy száma és azok eltérő középiskolai felkészültsége okoz.

Közleményünkben áttekintjük azokat a törekvéseinket, amelyek célja a fizikakurzusaink oktatási és értékelési módszereinek folyamatos fejlesztése és egységesítése, valamint megvizsgáljuk, milyen hatást gyakoroltak az egyes intézkedések a hallgatók vizsgajegyveire. Bemutatjuk, milyen tárgyalásmóddal próbáljuk befogadóbbá tenni az orvostanhallgatókat a fizikai ismeretekkel szemben, lehetővé téve számukra, hogy hatékonyabban sajátíthassák el a modern diagnosztikai és terápiás módszerek fizikai alapjainak megértéséhez elengedhetetlen tudásanyagot. Az előzőeken túl összehasonlítjuk a felelválasztós tesztkérdések készítése kapcsán összegyűlt tapasztalatainkat a nemzetközi ajánlásokkal.

Abstract

In the Institute of Medical Physics and Informatics of the University of Szeged, physics is taught to medical students in three languages (Hungarian, English and German). In 2010, we modernised the syllabus of our medical physics courses,

* Kapcsolattartó szerző. Tel.: +36 62 341 291; fax: +36 62 545 077
E-mail cím: egerhazi.laszlo@med.u-szeged.hu

making it uniform across the different languages, and we introduced a new computerised examination system based on multiple choice test questions. This method has proved to have many advantages, such as quick, automatised test evaluation and more objective assessment of student performance. However, we were soon faced with the difficulties arising in this system, caused by the large throughput of students and their inhomogeneous pre-university knowledge in physics.

This article relates our attempts to continuously develop and standardise the methods of teaching and evaluation in our courses, and investigates the influence of the individual measures on the end-semester grades. We additionally offer ideas how physics can be discussed in a way that is easily acceptable for medical students, helping them effectively acquire the knowledge required for understanding the physical basics of the modern diagnostic and therapeutic methods. We also overview how our practices regarding the construction of reliable multiple-choice test questions relate to international suggestions.

1. Bevezetés

A fizika orvoscépzésben betöltött szerepének megítélése igen kényes kérdés. A középiskolai fizikaoktatás háttérbe szorulásával egyre kevésbé várható el, hogy a frissen érettségizett hallgatók megalapozott fizikai ismeretekkel érkezzenek az orvosi egyetemekre. Ezt fokozza az a gyakran tapasztalható attitűd, hogy a hallgatók sokszor feljogosítva érzik magukat a fizika ignorálására, ha nem ezt választották felvételi tárgyának. Nem szabad ugyanakkor elfeledkezni arról (és a hallgatók figyelmét is a kezdetektől erre kell ráirányítani), hogy a modern orvosi diagnosztikai és terápiás módszerek túlnyomó része fizikai elveken alapul, hasonlóképpen a legtöbb élettani folyamat értelmezéséhez is elengedhetetlenek a fizikai háttérismeretek.

A fentiek miatt tehát igen finom egyensúlyt kell megteremteni az orvosi fizikai tantárgyak tematikájának, valamint értékelési és követelményrendszerének megalkotásakor: a rendelkezésre álló időn belül lehetőséget kell adni a hallgatóknak arra, hogy bepótolhassák alapvető tudásbeli hiányosságait, majd tovább kell építeni az ismereteiket egy olyan szintre, amely esetenként túlmutat a klasszikus fizika tárgykörén. Az értékelési rendszer kidolgozásakor meg kell találni a középútat a felületes számonkérés és a „buktatótárggyá” történő túldimenzionálás között. Ez utóbbi finomhangolását egyrészt a vizsgajegyek nyomán követése, másrészt a hallgatói visszajelzések segíthetik. Nem utolsósorban nyomatékosan élni kell a modern oktatási módszerek adta lehetőségekkel annak érdekében, hogy a hallgatók a tematika mellett módszertani szempontból is haladó szellemiséget érezhessenek az orvosi fizika oktatásában.

A Szegedi Tudományegyetem Általános Orvosi Karán az orvoscépzés három nyelven, magyarul, angolul és németül folyik. Az orvosi fizika oktatását az Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet végzi az első év őszi és tavaszi szemeszterében. A heti 2 óra fizika-előadáshoz kéthetenkénti váltásban 2–2 óra kiscsoportos szeminárium és mérési gyakorlat párosul. A szemináriumok feladata az előadások megértéséhez szükséges általános fizikai alapismeretek megszilárdítása, míg a laboratóriumi mérések bevezetik a hallgatókat a kísérleti munkába és az adatfeldolgozás alapelveinek gyakorlati alkalmazásába. Mindkét félév kollokviummal zárul.

2010-ben modernizáltuk az orvosi fizikai kurzusaink tematikáját, ennek során egységessé alakítottuk a különböző nyelveken történő oktatást, valamint feleletválasztós tesztkérdéseken alapuló számítógépes vizsgarendszert vezettünk be. Ez utóbbit az tette szükségessé, hogy félvévenként körülbelül 500 hallgató tesz vizsgát fizikából (ez nagyságrendileg másfélszer ennyi vizsgázást jelent), és ennek a hallgatómennyiségnek az objektív vizsgáztatása szóbeli vizsga vagy esszékérdésekből álló írásbeli vizsga keretében kezelhetetlennek látszott. Az elmúlt nyolc évben folyamatosan fejlesztettük a vizsgáztatási rendszerünket és a hozzá kapcsolódó kérdésbankot,

ennek köszönhetően a kezdeti, sebezhetőbb megoldásoktól eljutottunk egy fenntartható és továbblépési lehetőségeket is magában foglaló rendszerhez.

A vizsgáikon is alkalmazott feleletválasztós feladatok általánosságban véve egy kérdésből (angol megnevezéssel *stem*), valamint válaszlehetőségekből (*alternatives*) állnak, amelyek között van egy vagy több helyes válasz (*answer*) és ugyancsak egy vagy több helytelen válasz (*distractor*) [1]. A módszer kidolgozása egyes források szerint Edward Lee Thorndike, amerikai pszichológus [2], illetve pedagógus asszisztense, Benjamin D. Wood [3] nevéhez fűződik, mások inkább Frederick Kelly amerikai pedagógusnak [4] tulajdonítják a megalkotását. A feleletválasztós kérdéseket számos oktatási rendszerben hatékony, gyors, objektív értékelési eljárásnak tartják, hozzátéve természetesen azt is, hogy segítségükkel csak a kompetenciák egy korlátozott szelete tesztelhető.

Míg a feleletválasztós kérdések – különösen az angolszász országokban – széles körben elterjedtek a 20. században, Magyarországon sem a közép-, sem a felsőoktatásban nem szorították ki a tételsorokon alapuló szóbeli vagy esszéjellegű írásbeli számonkéréseket. Hazánkban sokáig szinte kizárólag a KRESZ-vizsgákon alkalmazták ezeket – megjegyzendő, hogy sikerrel –, napjainkra azonban a külföldi gyakorlat beszivárgásának köszönhetően, illetve az e-learning megoldások térnyerésével egyre több területen jelentek meg feleletválasztós teszteken alapuló számonkérések. Ezt az átalakulási folyamatot – saját tapasztalataink szerint legalábbis – lassítja, hogy sok esetben ellenállás vagy szkepticizmus övezi a klasszikus számonkérések feleletválasztós tesztvizsgákkal történő kiváltását. Gyakran hozzák fel érvként, hogy ez a módszer felületessé teszi a hallgató oldaláról a felkészülést, az oktató oldaláról pedig a számonkérést, valamint a szóbeli vizsgáztatással szemben személytelenné válik az értékelési folyamat. Kétségtelen, hogy ezek potenciális csapdák, amelyek azonban kellő energiaráfordítással és minőségi tesztkérdésekkel elkerülhetők.

Közleményünkben összefoglaljuk azokat a tapasztalatainkat, amelyekkel a feleletválasztós kérdéseken alapuló vizsgarendszer bevezetése, valamint a kérdésbankunk kiépítése során gazdagodtunk. A bemutatott eredményeink többek között a vizsgajegyek nyomon követésén alapulnak. A kérdésbank összeállításával kapcsolatos technikai részletek tárgyalása mellett bemutatjuk azokat a bevált gyakorlatainkat is, amelyekkel befogadóbbá próbáljuk tenni az orvostanhallgatókat a fizika iránt.

2. Módszerek

Vizsgálatainkon 4 helytelen és 1 helyes választ tartalmazó feleletválasztós kérdéseket alkalmazunk, kis részarányban egyszerű számításos feladatokkal kiegészítve ezeket. Kezdetben ez utóbbiakat is ötlehető tesztkérdés formájában fogalmazzuk meg, három éve azonban a találgatások csökkentése érdekében részben áttértünk az eredmény közvetlen beírását megkövetelő kérdésfeltevési módra (ún. numerikus kérdések). Meg kell jegyezni, hogy más tantárgyak esetén, a hallgatók szűkebb körében további kérdéstípusokat is alkalmazunk (elsősorban többszörös választásos tesztkérdéseket, emellett párosítási, csoportosítási és sorba rendezési feladatokat), a fizikavizsgákba azonban ezeket módszertani okok vagy technikai korlátok miatt egyelőre nem emeltük át.

A vizsgáztatás keretrendszerként kezdetben saját fejlesztésű, makrókat tartalmazó Excel táblázatokat használtunk, a 2014/15. tanév tavaszi félévétől pedig a Coospace tanulmányi rendszer nyújtotta vizsgáztatási lehetőségeket vesszük igénybe. A hallgatók randomizált kérdéssorrendű vizsgasorokat kapnak, ahol az egyes kérdéseken belül ugyancsak véletlenszerű a válaszlehetőségek sorrendje. A 2010/2011-es tanév két félévében nyelvenként még csak nagyságrendileg 200 tesztkérdés állt rendelkezésünkre a vizsgák lebonyolításához. Nyilvánvalóvá vált, hogy ez a kérdésmennyiség messze nem elegendő ahhoz, hogy kellően változatosak legyenek az egyes vizsgák feladatsorai. Ami még nagyobb probléma volt, hogy a félévenkénti két zárthelyi dolgozat, valamint a hallgatók rendelkezésére bocsátott gyakorló feladatok nem segítették kellően a hallgatókat a tananyag és a vizsga súlypontjainak felismerésében. A

következő évre a kérdések számát a későbbiekben részletezendő variánskészítési módszereinkkel hozzávetőlegesen megháromszoroztuk, azonban továbbra is megoldandó feladat maradt, hogy jobban érzékeltetni tudjuk a hallgatókkal a tematikabeli prioritásokat. A rákövetkező években sikerült kidolgozni egy megbízható és gyors számonkérési módszert a Coospace tanulmányi rendszerben, amelynek keretében a hallgatók a 2013/2014-es tanév második felétől a laboratóriumi gyakorlatok, majd a 2015/2016-os tanévtől kezdve a szemináriumok elején is egy kb. 300, illetve 800 elemű kérdésbankból kapnak véletlenszerűen 3–4 tesztkérdést. A zárthelyi dolgozatokat kiváltó óra eleji számonkérések alkalmával évközi pontokat szerezhetnek a hallgatók a szemesztervégi vizsgára (a vizsgapontszám 20%-a ezekből a számonkérésekből származik). Az évközi számonkérések tartalma összességében a szemesztervégi vizsgák témaköreinek nagyjából felét fedi le, elősegítve ezáltal a hallgatók szisztematikus évközi felkészülését.

Tapasztalatunk szerint a feleletválasztásos kérdéseken alapuló vizsgáztatási rendszer alkalmazásakor elkerülhetetlen, hogy évről évre folyamatosan gondozzuk, bővítsük a kérdésbankunkat a vizsgastatisztikák és az egyes kérdések megválaszolási arányai alapján. A közleményben elemzett vizsgastatisztikák egy-egy tanév összesített végső (azaz utóvizsgák és esetleges jegyjavítások utáni) érdemjegyeiből származnak, közösen kezelve a magyar, az angol és a német program hallgatóinak első és második féléves vizsgajegyeit. Az éves hallgatói létszám a vizsgált 2010–2018 időintervallumban átlagosan 530 fő volt, amelynek átlagosan rendre 43%-a, 30%-a és 27%-a tanult a magyar, az angol és a német nyelvű programon.

3. Eredmények

3.1. Hatékony tematika és vizsgakérdések orvosi fizikából

A közlemény bevezetőjében kitértünk már arra, hogy az orvosi fizika kétféléves tematikájának igen széles palettát kell átfognia. Legalább a felelevenítés erejéig tartalmaznia kell az általános fizika azon témaköreit, amelyek nélkülözhetetlenek a magasabb szintű ismeretek átadásához, azonban már itt is fontos az élettani vonatkozások hangsúlyozása (pl. a mechanika megfelelő fejezeteinek biomechanikai szemszögből történő tárgyalása, rámutatás az áramlástan törvényszerűségei és a fiziológiai transzportfolyamatok közötti összefüggésekre). Ezekre az alapismeretekre ráépülve kell eljutni a legfontosabb élettani és biofizikai folyamatok, valamint a diagnosztikai és terápiás módszerek fizikai alapjainak tárgyalásáig. Többéves formálódás eredményeként, a társegyetemek jó gyakorlatait is szem előtt tartva karunkon a következő alaptermatika szilárdult meg orvosi fizikából:

1. Mechanikai alapismeretek
2. Rezgések és hullámok
3. Ultrahang, hallás
4. Áramlások
5. Diffúzió, ozmózis
6. Termodinamika
7. Optika
8. Látás
9. Elektromosság- és mágnességtan
10. Bioelektromosság
11. Jelfeldolgozás
12. Kvantumfizikai alapismeretek
13. Spektroszkópia
14. Lézerek
15. Röntgensugárzás
16. Atommagfizika, dozimetria
17. Nukleáris medicina
18. A képalkotási módszerek fizikai alapjai
19. A terápiás módszerek fizikai alapjai

20. Mikroszkópia és tömegspektrometria.

Jól látható, hogy míg az első nyolc, 1. félévre ütemezett témakörünk inkább a középiskolai fizikai ismeretek felelevenítését szolgálja, addig a 2. félév anyaga több új ismerettel bővíti a hallgatók tudását, és nagyobb a ténylegesen orvosi fizikai témák részaránya is. A tantárgy jellegéből adódóan viszonylag limitált kérdésbank építhető a tényanyagok köré, és nem is célunk ezek túlhangsúlyozása. Csábító lehetőségnek tűnt, hogy az általános fizika témaköreinek számonkérése során a fizikaérettségik anyagából, illetve a természettudományi karok fizikakurzusainak tesztbankjaiból merítsünk. Rá kellett azonban jönnünk, hogy ezzel a megoldással nemcsak megugorhatatlan akadály elé állítjuk az orvostanhallgatókat, hanem azt a célunkat is aláássuk, hogy a hallgatók ne a középiskola után újra kísértő tantárgyként tekintsenek a fizikára, hanem olyan nélkülözhetetlen tudományt lássanak benne, amely átszövi a leendő szakmájukat is. A következőkben azokra a speciális feleletválasztós kérdéstípusokra mutatunk példákat, amelyek az orvostanhallgatók szemléletéhez igazodva különösen megfelelőnek bizonyultak a felkészültségük ellenőrzéséhez.

Mindenekelőtt nyilvánvalóvá vált, hogy háttérbe kell szorítani a képletek konkrét visszakérdezését, ehelyett a képletek által leírt összefüggésekre, tendenciákra fókuszálunk. Az ilyen típusú kérdéseknél jellemzően három megoldással élünk:

a) Valamilyen fizikai összefüggés alapján egy adott fizikai mennyiséget befolyásoló és nem befolyásoló tényezők azonosítása. Példa:

Az alábbiak közül melyik fizikai mennyiség NEM szerepel az ideális gázok állapotegyenletében?

- A fajhő
- B abszolút hőmérséklet
- C nyomás
- D térfogat
- E anyagmennyiség

b) Rákérdezés tendenciákra (általában egyenes vagy fordított arányosságra), valamilyen fizikai összefüggést alapul véve. Példa:

A Goldman–Hodgkin–Katz-egyenlet értelmében a sejtmembrán belső és külső térrésze közötti potenciálkülönbség...

- A fordítottan arányos az ion koncentrációjával.
- B fordítottan arányos az abszolút hőmérséklettel.
- C egyenesen arányos az abszolút hőmérséklettel.
- D egyenesen arányos az ion koncentrációjával.
- E egyenesen arányos az ion töltésével.

c) Igaz vagy hamis állítás kiválasztása valamilyen témakör kapcsán. Példa:

Melyik állítás IGAZ az optikai leképezésekre?

- A A törőerő mértékegysége a dioptria, amely a méterben kifejezett fókusz távolság reciproka.
- B Szórólencsével virtuális és valós kép egyaránt előállítható.
- C Gyűjtőlencsével csak kicsinyített virtuális kép állítható elő.
- D Két vékonylencsét egymás mögé helyezve azok fókusz távolsága összeadódik.
- E A virtuális kép ernyőn felfogható.

Bár nem tekintjük elsődleges fontosságúnak, hogy az orvostanhallgatók készség szintjén tudjanak fizikai számításokat végezni, a hétköznapi számolási, mértékegység-átváltási és problémaértelmezési kompetenciák megszilárdítása érdekében mind a laboratóriumi gyakorlatok, mind a szemináriumok anyagába beépítettünk néhány alapvető fizikafeladatot. Mivel itt mutatkozott a legnagyobb hallgatói ellenállás, komoly erőfeszítéseket teszünk annak érdekében, hogy az orvostanhallgatók elsősorban élettudományi, vagy legalábbis élettudományi köntösbe bújtatott számolásokkal találkozzanak egyetemi fizikatanulmányaik során. Emiatt újrafogalmaztuk a korábbiakban használt általános számításos feladatainkat. Az 1. táblázat ezekre az átváltási műveletekre mutat be példákat.

1. táblázat. Példák számításhoz feladatok átfogalmazására az orvosképzés számára

Témakör	Általános fizikai feladat	Analóg élettudományi feladat
arányosítás, mértékegység-átváltás	1 kg oldat 30 mg oldott anyagot tartalmaz. Hány gramm oldott anyagot tartalmaz 15 kg ugyanilyen oldat?	Lázcsillapítás céljából a paracetamol kezdőadagja gyermekeknek 30 mg testsúlykilogrammonként. Hány gramm paracetamolt kell adni egy 15 kg tömegű gyermeknek?
egyenes vonalú egyenletes mozgás	Egy test sebessége 0,03 m/s. Hány másodperc alatt tesz meg a test 5 mm-t?	Az atrioventrikuláris csomó ingerületvezetési sebessége 0,03 m/s. Hány másodperc alatt tesz meg az ingerület 5 mm-t?
kalorimetria	Hány Celsius-fokkal csökken 12 kg víz hőmérséklete, ha 75 kJ hőt vonunk el tőle? (A víz hőkapacitása 4190 J/(kg·°C).)	Hány Celsius-fokkal csökken egy 12 kg tömegű lázas gyerek hőmérséklete, ha hűtőfürdőben leadott 75 kJ hőt? (Az emberi test hőkapacitása 4190 J/(kg·°C).)
Ohm-törvény	Egy 5 kΩ ellenállású fogyasztón 13 mA áram halad keresztül. Mekkora a fogyasztó kivezetései között mérhető feszültség?	Egy adott ingeráram-terápia során 13 mA áramerősséget kell a szövetbe juttatni. A szövet elektromos ellenállása 5 kΩ. Hány voltos feszültséget kell a szövetre kapcsolni?

A kompetenciaalapú ismeretátadást szem előtt tartva a fenti, elsősorban alapismeretek számonkérésére szolgáló kérdéstípusok mellett a vizsgakérdések 5–10%-át olyan elméleti tesztkérdések számára tartjuk fenn, amelyekkel egy-egy fizikai törvényszerűség, jelenség hétköznapi élethelyzetbe vagy élettudományi kontextusba helyezett értelmezését várjuk el a hallgatóktól. Erre példa a következő tesztkérdés:

d) Fizikai jelenségek értelmezése az elsajátított alapismeretek alapján:

Frontális ütközésnél – biztonsági öv használata nélkül – fennáll annak a veszélye, hogy az első üléseken utazók a szélvédőn keresztül kirepülnek a gépkocsiból. Ennek fő oka, hogy...

A az energiamegmaradás törvénye értelmében a gépkocsi felemészített mozgási energiája az utasok felgyorsítására fordítódik.

B a tömegmegmaradás értelmében az utastérből tömegnek kell távoznia (az utasok formájában), hogy helyet adjanak az utastérbe benyomódó motorblokknak.

C Newton I. törvénye értelmében az utasok megtartják az utazási sebességet, miközben a gépkocsi hirtelen lefékeződik alattuk.

D Newton II. törvénye értelmében az utasok gyorsulása nagyobb lesz, mivel kisebb a tömegük, mint a gépkocsié.

E a lendületmegmaradás törvénye értelmében az utasok nagyobb sebességre tesznek szert, mint a gépkocsi, mivel az utóbbinak nagyobb a tömege.

Ez utóbbi kérdéstípus kizárólag a vizsgákon fordul elő, az évközi számonkérések és a gyakorlókérdések között nem szerepelnek ilyen feladatok. Ezzel a kérdéstípussal azt szeretnénk felmérni, mennyire képesek a hallgatók alkalmazni a kurzusaink során elsajátított fizikai alapismereteket.

A feleletválasztós kérdések megalkotása során, valamint a vizsgázó hallgatók visszajelzései alapján azt tapasztaltuk, hogy a tematikához és a célközönséghez igazodó tartalom mellett nagyon fontos szerepet tölt be a helyes kérdésfeltevés és a feleletválasztós feladatok jól kialakított általános struktúrája is. Ezzel kapcsolatban az alábbi irányelveket fogalmaztuk meg magunknak:

- A kérdés és a válaszok megfogalmazásakor az egyszerűsége, tömörsége, átláthatóságra kell törekedni.
- A helytelen válaszok nem lehetnek triviálisan rosszak, ellenkező esetben aránytalanul megkönnyítjük a hallgatók dolgát, és a tudásfelmérés nem érheti el a célját. Tapasztalati tény, hogy a (minőségi!) helytelen válaszlehetőségek megalkotása sokkal nagyobb erőfeszítésbe kerül, mint a helyes válaszoké. A megalkotandó helytelen válaszlehetőségek számának csökkentésére elvi megoldást jelent ugyan az „Egyik sem” vagy „Mindegyik” lehetőségek bevezetése, ez azonban könnyen vezet értelmezési nehézségekhez, így (legalábbis ennyire közvetlen) használatuk kerülendő.
- A kérdést figyelmesen össze kell olvasni az összes helyes és a helytelen válaszlehetőséggel, megbizonyosodva arról, hogy grammatikai tényezők (pl. toldalékolás, egyes vagy többes szám használata, névelőhasználat) nem segítik a helyes válasz kitalálását. Többnyelvű kérdésbank készítésekor ez sokszor azt is elkerülhetetlenné teszi, hogy ugyanaz a feladat az egyes nyelveken kissé más szerkezetű legyen (gondoljunk itt arra, hogy a nyitott végű mondatok nem mindig fejezhetőek be ugyanolyan gördülékenyen a különböző nyelveken, vagy a névelők például a német nyelvben sokkal indikatívabbak lehetnek, mint angolul).
- Figyelmet kell fordítani arra, hogy a válaszlehetőségek helyes vagy helytelen volta ne sérülhessen, ha speciális kontextusba helyezzük a kérdést, ellenkező esetben specifikálni kell a feladatot. Az efféle értelmezési nehézségek, kétértelműségek, kivételek felismerésében a legértékesebb segítséget a hallgatói visszajelzések nyújtják. Az így felismert hibák korrigálása sok esetben kiegészítések beszurását igényli, ami általában a tömörség rovására megy, sőt, adott esetben akár a feladat elvetéséhez is vezethet.

A fenti megfigyeléseinket összevetettük irodalmi forrásokkal [1],[5],[6] is, és jó egyezést tapasztaltunk a saját bevált gyakorlatunk, valamint a külföldi oktatási intézmények javaslatai között. Érdekes ugyanakkor megjegyezni, hogy tapasztalataink szerint az előbbieken hivatkozott források néhány metodikai javaslatát – legalábbis a mi vizsgáztatási szövegekörnyezetünkben – nem éreztük kritikussnak. Ilyenek például a következők:

- Véleményünk szerint a hiányos mondatok kiegészítését célzó kérdések különösen tömör, ezáltal átláthatóbb és könnyebben megválaszolható tesztkérdéseket eredményeznek, mi szívesen élünk velük.
- Egyetértünk, hogy a kérdéshez szorosan nem kapcsolódó információk kérdésbe foglalása kerülendő, azonban tapasztalataink szerint különösen értékes kérdéseket eredményezhet, ha sikerül tömören kontextusba helyezni a kérdést egy rövid bevezető mondatral. Példa:

Egy lencse törőerejét a lencse anyaga és geometriája határozza meg. Milyen paraméterek szerepelnek az ezt leíró, ún. lencsekészítők egyenletében?

A a lencse átmérője és anyagának törésmutatója

B a lencse görbületi sugarai és anyagának törésmutatója

C a lencse fókusz távolsága és átmérője.

D a leképezés tárgy- és képtávolsága, valamint a lencse átmérője

E a fókusz távolsága és anyagának törésmutatója

3.2. A kérdésbank bővítését szolgáló variánskészítési módszereink

A kérdésbank konzisztens bővítésére hatékony megoldásnak bizonyult a variánsokból álló kérdés családok képzése. Variánsoknak nevezzük azokat a kérdéseket, amelyek témájukat és nehézségüket illetően azonosnak tekinthetők, és általában egyetlen törzskérdésből származtathatók. A számadatokban vagy a meghatározandó paraméterben különböző számításos feladatok triviális esete mellett két fő módszert alakítottunk ki a variánsok előállítására.

1. Kérdésmódulációs variánsalkotás: ugyanazokhoz a válaszlehetőségekhez több kérdés tartozik, miközben a válaszok logikai értéke változik. Erre vonatkozóan a 2. táblázat mutat be egy példát.

2. táblázat. Példa a kérdésmódulációs variánsalkotásra.

<i>Válaszlehetőségek</i>	<i>Az adott válasz helyes értékéhez tartozó kérdés</i>
pascal (Pa)	Válassza ki a nyomás SI-mértékegységét!
joule (J)	Válassza ki a munka SI-mértékegységét!
newton (N)	Válassza ki az erő SI-mértékegységét!
watt (W)	Válassza ki a teljesítmény SI-mértékegységét!
hertz (Hz)	Válassza ki a frekvencia SI-mértékegységét!

2. Válaszmódulációs variánsalkotás: mindegyik válaszlehetőséghez megfogalmazunk egy állítást igaz és hamis alakban, és ezekből generáljuk le a 4 hamis és 1 igaz (esetleg 4 igaz és 1 hamis) állítást tartalmazó variánsokat. Itt nyilvánvalóan a kérdés azonos az egyes variánsoknál (általában „Válassza ki az IGAZ/HAMIS állítást...” szerkezetű, adott esetben a kontextusra vonatkozó kiegészítésekkel). A 3. táblázat egy válaszmódulációs törzskérdés állításpárjaira mutat be példát.

3. táblázat. Példa a válaszmódulációs variánsalkotásra.

Egy test harmonikus rezgéseket végez. Melyik állítás IGAZ?

<i>Igaz válaszlehetőségek</i>	<i>Hamis válaszlehetőségek</i>
A test sebessége időben változik.	A test sebessége időben állandó.
A test gyorsulása az idő szinuszfüggvénye.	A test gyorsulása lineárisan nő az idő függvényében.
A test sebessége akkor a legnagyobb, amikor egyensúlyi állapotban van.	A test sebessége akkor a legnagyobb, amikor a kitérése maximális.
A test gyorsulása a nyugalmi helyzeten való áthaladás pillanatában nulla.	A test gyorsulása a nyugalmi helyzeten való áthaladás pillanatában a legnagyobb.
A test sebességvektora és gyorsulásvektora mindig ellentétes irányba mutat.	A test sebességvektora és gyorsulásvektora mindig ugyanabba az irányba mutat.

A fenti példákhoz hozzá kell tenni, hogy a törzskérdések kérdés-, illetve válaszlehetőségeinek száma nem korlátozódik a variánsok válaszlehetőségeinek számára (esetünkben 5-re), ezáltal a kérdéscsalád mérete tovább bővíthető. A variánsok alkalmazásával kapcsolatban a következő tapasztalataink voltak:

- Kellő energiaráfordítással, egy adott számonkérési sablon alapján akár egyénekenként különböző, mégis azonos nehézségű vizsgasorok is generálhatók, célszerűen automatizált módon.
- A variánsok formai hasonlósága nehezebbé teszi a csalást, mert a hallgatók figyelme sokszor elsiklik afelett, hogy egy adott törzskérdés két különböző variánsával találkozhatnak.
- A variánsokból felépülő számonkéréseken kevésbé sikeresek a mechanikusan tanuló hallgatók, még abban az esetben is, ha ismernek egy-egy variánst vagy akár a variánsok alapjául szolgáló törzskérdést.
- Az utóbbi években a fizikaszemináriumokon szinte kizárólag kérdésvariánsokat alkalmazunk a számonkérésekhez és az ezekre történő felkészüléshez, miközben a fenti variánsalkotási módszereinkre fel is hívjuk a hallgatók figyelmét. Ezáltal a szokványosan alkalmazott szemináriumonkénti 10 gyakorlókérdés megbeszélésén keresztül nagyságrendileg $10 \times 5 = 50$ ismeretelemre (egy-egy mértékegység, törvényszerűség, állítás

stb.) tudjuk ráirányítani a hallgatók figyelmét, segítve a tematika súlypontjainak könnyebb felismerését.

3.3. A vizsgajegyek statisztikái és időbeli alakulása

Az orvosi fizika oktatásával kapcsolatos, korábbiakban említett nehézségeknek és ellentmondásoknak köszönhetően gyakran szembesülünk azzal a kérdéssel, hogy a vizsgajegyeknek egy adott elvárt tudásszinthez viszonyított értékelést kell tükrözniük, vagy inkább a racionális jegyeloszlásra (pl. közepes eredményhez centrált normális eloszlás) kell törekednünk. Egy ideális oktatási környezetben az előbbi két feltétel egyszerre teljesül, a tapasztalataink azonban azt mutatják, hogy – különösen nagyon diverz vagy előre megjósolhatatlan tudásszintű hallgatóknál – egy ilyen állapot csak szekvenciális finomhangolás eredményeként érhető el és tartható fenn. Ugyan a vizsgastatisztikák kritikátlan vizsgálata vagy egy „elvárt jegyeloszlás” célul kitűzése könnyen módszertanilag helytelen lépéseket indukálhat, mégis jogalapot szolgáltat a vizsgastatisztikák visszacsatolására az a tény, hogy sok felsőoktatási intézmény él a percentilis alapú értékelési rendszerrel („*grading on a curve*”), ahol a hallgatók előre lerögzített százaléka kerül be az egyes értékelési fokozatokba. Ötfokozatú értékelésnél gyakran alkalmazott felosztás a 7%–25%–36%–25%–7%, azaz a hallgatók alsó és felső 7%-ánál (a $\pm 1,5$ SD tartományon kívüli hallgatói kör) húzzák meg a legjobb és legrosszabb értékelési fokozat határait, míg a hallgatók 36%-a (középső $\pm 0,5$ SD tartomány) kerül bele a középső osztályba. Hozzá kell tenni, hogy ennek az eloszlásnak nem feltétlenül kell megegyeznie az egyes vizsgaalkalmak jegyeloszlásaival. Megmutatható például, hogy ha a hallgatóknak két vizsgaisméltési lehetőségük van, és azzal az életszerű feltételezéssel élünk, hogy az első, illetve második vizsgaalkalom során a hallgatók ugyanolyan jegyeloszlást produkálnak, míg a harmadszor vizsgázók fele megbukik, fele pedig elégséges érdemjegyet kap, akkor az első és második vizsgaalkalmakra vonatkozó jegyeloszlás az elégtelen érdemjegytől a jeles érdemjegy felé haladva nagyjából 37%–13%–27%–18%–5%. (Ez egyébként jól egyezik azzal az empirikus tapasztalatunkkal, hogy a vizsgaidőszak elején a jól eltalált nehézségű feleletválasztós tesztekkel álló vizsgákat nagyjából a hallgatók 2/3-a teljesíti sikerrel).

A következőkben áttekintjük, hogyan alakult a vizsgajegyek eloszlása az elmúlt 8 év során, valamint nyomon követjük, milyen hatást gyakoroltak erre a közleményünk *Módszerek* című részében részletezett módszertani változtatások. Az 1. ábra és a 2. ábra a vizsgajegyek százalékos eloszlásának változását mutatja be színekkel kódolt táblázatos, illetve aggregált oszlopdiagramos formában. Előbbinél a százaléktételek a piros szín felől növekednek a sárga színen keresztül a zöld szín irányába. (Előljáróban meg kell jegyezni, hogy az egyes évek közötti eltérések nem nagyok. Ennek fő oka abban keresendő, hogy az oktatási rendszerünk stabilitásának megőrzése érdekében soha nem vezetünk be radikális változtatásokat, ehelyett mindig a fokozatosság elvét részesítettük előnyben.)

tanév	létszám				jegyek megoszlása						átlag
	HU	EN	DE	összesen	1	2	3	4	5	N/A	
2010–11	236	146	114	496	8,7%	38,0%	32,8%	12,4%	2,6%	5,6%	2,60
2011–12	235	152	127	514	6,9%	34,9%	28,2%	15,8%	9,9%	4,3%	2,86
2012–13	238	171	126	535	8,5%	32,6%	24,7%	16,5%	12,2%	5,5%	2,91
2013–14	254	157	123	534	5,9%	29,1%	27,4%	16,4%	17,4%	3,9%	3,11
2014–15	227	140	159	526	5,3%	32,6%	29,7%	18,1%	10,2%	4,1%	2,95
2015–16	238	151	163	552	4,9%	38,4%	33,7%	14,0%	5,6%	3,3%	2,76
2016–17	198	194	169	561	3,4%	28,8%	31,9%	21,2%	12,4%	2,3%	3,11
2017–18	196	172	161	529	2,2%	28,5%	30,3%	20,2%	17,3%	1,6%	3,22

1. ábra. A hallgatói létszámokra és a vizsgajegyekre vonatkozó statisztikák a 2010–2018 időszakra nézve.



2. ábra. Tanévekre lebontott aggregált vizsgastatisztikák a 2010–2018 időszakra nézve a módszertani változtatások időpontjainak feltüntetésével.

A legszembetűnőbb tendencia a sikertelenül vizsgázó hallgatók részarányának monoton csökkenése: míg a 2010–2011-es tanévben a hallgatók 9,2%-a nem teljesítette a kurzus egyik vagy mindkét félévét, addig a 2017–2018-as tanévre ez a részarány 2,2%-ra csökkent. Ezzel nemcsak messze racionális szintre sikerült csökkenteni a sikertelenül vizsgázó hallgatók arányát, hanem az utóvizsgák száma is radikálisan csökkent, miközben növekedett a hallgatói elégedettség. Ennek a célnak az elérésében komoly kihívást jelentett, hogy a magyar, angol és német nyelvű programokban tanuló hallgatók felkészültsége nagyon eltérő (ez az angol program hallgatóira önmagában is fokozottan igaz), miközben a szemesztervégi vizsgákon programtól függetlenül ugyanolyan követelményeket állítunk fel és azonos vizsgakérdéseket alkalmazunk.

Másik érdekes megfigyelésünk, hogy míg a kurzuskövetelmények általános teljesíthetőségét az elégtelen jegyek hányada tükrözi a leghitelesebben, addig a kisebb módszertani változtatások szükségessége, illetve később ezek hatása a jó és jeles érdemjegyek részarányán keresztül szűrhető le a legérzékenyebben. Tapasztalataink szerint módszertani változtatás hiányában évről évre növekszik a jó és jeles érdemjegyek hányada (és ezzel együtt az évfolyamátlag is) – feltehetően az egyre nagyobb oktatói és hallgatói rutin, illetve a kérdések ismertté válása, illetve adott esetben „kiszivárgása” miatt. A kérdésbank bővítése, illetve szükség esetén a számonkérési rendszer átstrukturálása vagy szigorítása akkor válik időszerűvé, ha a vizsgajegyek statisztikája egy kritikusnak tartott mértéken túl jobbra tolódik. A változtatások visszaesést produkálnak a jó és jeles érdemjegyek arányában, majd ismét elindul a növekvő tendencia.

Megfontolandó például, hogy a jeles érdemjegyek 2017–18-as tanévben mutatkozó 17,3%-os részaránya már intézkedést igényelhet. Emiatt terveink között szerepel többek között annak az elvnek a felszámolása, hogy egy-egy vizsgaalkalommal mindegyik hallgatónak szigorúan ugyanazt a kérdéssort kell kapnia, ehelyett variánsokat tartalmazó kérdéscsaládokból randomizálnánk ki az egyes kérdéseket, egyben a csalási lehetőségeket is csökkentve ezzel.

4. Összefoglalás

Közleményünk rövid áttekintése azoknak az erőfeszítéseknek, amelyekkel konzisztens oktatási és számonkérési kereteket kívánunk megvalósítani az orvosi fizika többnyelvű, naprakész

oktatásához a Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Karán. Példákat mutattunk arra, milyen nehézségekkel szembesülhetnek a feleletválasztós kérdéseken alapuló számonkéréseket bevezető oktatási intézmények, és megoldásokat javasoltunk ezek egy részére. Ezek közül kiemelendő a tesztbankbővítés kérdése, amelynek kapcsán részletesen bemutattuk a kérdés- és válaszmodulációs variánskészítési koncepciókat.

Oktatási és számonkérési módszereink belső minőségellenőrzéséhez nyomon követtük az első és második félév összesített vizsgajegyének változását az idő függvényében. Azt tapasztaltuk, hogy míg a kurzuskövetelmények általános teljesíthetőségét az elégtelen jegyek hányada tükrözi a leghitelesebben, addig a kisebb módszertani változtatások szükségessége, illetve később ezek hatása a jó és jeles érdemjegyek részarányán keresztül szűrhető le a legjobban.

Irodalomjegyzék

- [1] „Writing assessment questions for online delivery: Principles and guidelines”, University of Bristol. [Online]. Available: http://www.bris.ac.uk/esu/media/e-learning/tutorials/writing_e-assessments/index.htm. [Megtekintés: 2018-07-28].
- [2] Goodenough, F. L.: Edward Lee Thorndike, 1874–1949. *The American Journal of Psychology*, 63, 291-301.
- [3] „Multiple choice”, Wikipedia. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Multiple_choice. [Megtekintés: 2018-07-28].
- [4] Cathy N. Davidson: *Now You See It: How the Brain Science of Attention Will Transform the Way We Live, Work, and Learn*. Viking Press, New York, 2011.
- [5] „Writing Writing Good Multiple Choice Test Questions”, Vanderbilt University. [Online]. Available: <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/writing-good-multiple-choice-test-questions/>. [Megtekintés: 2018-07-28].
- [6] Kehoe, J.: *Writing Multiple-Choice Test Items*. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, Volume 4, Number 9, November, 1995.