

**SPORTORVOSI  
SZEMLE**

**2005**

**1**

**HUNGARIAN REVIEW  
OF SPORTS  
MEDICINE**

# Csökkentett deutérium tartalmú ivóvíz hatása a teljesítőképességre sportolóknál

Györe I., Somlyai G. \*

Országos Sportegészségügyi Intézet, Kutató Osztály, Budapest

\*HYD Kutató-Fejlesztő Kft., Budapest

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az élő szervezetben mintegy 12-14 mM/l koncentrációban megtalálható nehéz hidrogénnek, a deutériumnak, kitüntetett szerepe lehet a sejtekben lejátszódó folyamatok szabályozásában.

Egyes adatok szerint a deutérium megvonása kedvező hatású a glükóz anyagcserére és egyéb anyagcsere folyamatokra. Feltételezhető, hogy hatással van a sav-bázis háztartásra is és így fizikai teljesítőképességet is befolyásolja. Jelen vizsgálatunkban 44 napig tartó, napi 2 liter csökkentett deutérium-tartalmú ivóvíz (Preventa®) hatását vizsgáltuk válogatott evezős sportolók teljesítőképességére. A sportolók (7 fő kezelt csoport) laboratóriumi körülmények között evezős ergometriás terhelésen vettek részt a kezelés megkezdése előtt, illetve a 44 napos kezelést követően. Öt evezős alkotta a kontrollcsoportot, akik azonos felkészülés mellett nem fogyasztották a Preventa®-t. Mind nyugalomban, mind az egyes terhelési lépcsőknél a vér tejsav, glükóz, nátrium, kálium,

## The effect of deuterium depleted drinking water on the performance of sportsmen

### SUMMARY

In living organisms the heavy hydrogen, deuterium, represents itself in a concentration of 12-14 mM/L and plays a significant role in the regulation of cell processes.

Presumably it has an impact on the acid-base balance and thus it influences the physical performance. In the present study we investigated the effect of the consumption of deuterium depleted water (Preventa®) in an amount of 2 litres/day for 44 days on the stamina of rowers of the representative team. Sportsmen (7 persons in the treated group) were submitted to a rowing ergometric loading before and after the 44 days' long treatment. Five rowers made up the control group, they did not consume Preventa® during the same participation period. In state of rest and at every single loading grades blood lactic acid, glucose, sodium,

klorid ionok, valamint az anionrés meghatározására került sor. A Preventa®-csoportban a kezelést követő terhelés során kevésbé csökkent a vércukorszint, kisebb volt az egyes terhelési lépcsőkhöz tartozó savasodás, az anionrés a kontrollcsoporthoz képest kevésbé változott. Bár a sportolók teljesítménye, pulzusszáma nem változott a kezelés hatására, a kezelés időszaka alatt gyorsabb regenerációról számoltak be. Mindezek alapján úgy tűnik, hogy a deutérium-koncentráció csökkenést követően a szövetek oxigenizációja jobb lett, a glükóz mobilizáció javult, tehát kedvezőbb feltételek mellett végezték a terhelést. Ezen eredmények megerősítik azokat a vizsgálati eredményeket, hogy a deutérium csökkentése a szervezet számára kedvező változásokat indít el, mely fizikai terhelés során is megfigyelhető.

*Kulcsszavak:* csökkentett deutérium-tartalmú ivóvíz, sportolók, fizikai teljesítőképesség, sav-bázis háztartás.

potassium, chloride and anion GAP values were determined. In the treated group (Preventa®) the blood glucose value decreased less in the course of loading, the acidification belong to the simple loading grades was less significant and the anion GAP changed less comparing to the control group. Though the performance and heart rate was not influenced by the treatment, the sportsmen reported a quicker regeneration during the study. Based on all these results, it is probable that after deuterium depletion the oxygenation of the tissues and glucose mobilization improve, so the sportsmen in the treated group are able to perform the workout under better conditions. The results confirm those investigations, that depletion of deuterium in the body starts changes beneficial for the organism, which can be also observed under physical loading.

*Keywords:* deuterium depleted drinking water, sportsmen, physical performance, acid-base balance.

## Bevezetés

1990-ben indultak azok a tudományos vizsgálatok, melyek a deutérium megvonás biológiai hatásait kutatják (1). A kísérletek során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy az élő szervezetben több mint 10 mmol/l koncentrációban megtalálható deutérium, a hidrogén nehéz izotópja, milyen szerepet tölt be az élettani folyamatok szabályozásában (2–4). Már az első kísérleti eredmények arra utaltak, hogy a deutériumnak kitüntetett szerepe lehet a sejtekben lejátszódó folyamatok szabályozásában. A kutatás egyik elsődleges célja az volt, hogy tisztázzuk a deutérium, illetve a csökkentett deutérium-tartalmú vízzel előidézett D koncentráció csökkenés daganatos sejtekre gyakorolt hatását. Nagyszámú meg-



figyelés utalt arra is, hogy a termék fogyasztása kedvezően befolyásolta egészséges emberek fizikai állapotát, növelte állóképességüket. Feltűnő volt az a megfigyelés, hogy cukorbetegyeknél számos esetben a vércukorérték normalizálódott (5), melyből arra lehetett következtetni, hogy a deutérium-megvonás kedvezően befolyásolja a sejtek glükóz anyagcseréjét. Feltételezhető volt, hogy a sav-bázis háztartásra is hatást gyakorol, így sportolók teljesítőképességét is kedvezően befolyásolja. A fizikai terhelés során, annak intenzitásától függően tejsav keletkezik, a vér-pH eltolódik, melynek mértéke a keletkezett tejsav mennyiségén túlmenően a kompenzációs folyamatok fejlettségének függvénye.

### **[H<sup>+</sup>] termelődés és elimináció mechanizmusa fizikai terhelés során**

A tejsav és a H<sup>+</sup>-ion felhalmozódása az izomban intra- és extracelluláris acidózist hoz létre, mely a sejtek számos funkcióját megzavarhatja, csökkentve ezáltal az izom összehúzódási erejét. Az intracelluláris pH savas irányba tolódása gátolja a Ca<sup>2+</sup> felszabadulását a szarkoplazmás retikulumból. Egyes feltevések szerint az alacsony pH gátolja az ATP hidrolízisét is. Valószínűsíthető tehát, hogy az izomfáradásért nem a felhalmozódó laktát, hanem a H<sup>+</sup> és a foszfátionok a felelősek (6).

A magas laktátkoncentráció és az acidózis gátolja az aerob lebontáshoz szükséges enzimeket, csökkenti az aerob kapacitást. Másfelől a csökkent oxigén elérhetőség vagy szubmaximális tréning hatására létrejövő csökkent oxidatív kapacitás az ADP, a foszfát és a NADH szintjének emelkedését hozza létre. A foszfát- és ADP-koncentráció növekedése stimulálja a glikolitikus enzimeket, a glikolízis fokozódása NADH emelkedést eredményez a citoszolban. Az emelkedett NADH koncentráció hatására a laktát-dehidrogenáz enzim egyensúlyi működése a laktát termelődés irányába tolódik el (7).

Az intracelluláris savasodás a sejtek membránját is károsítja, szabad áramlást biztosítva a molekulák számára az izomsejtből a vérbe. Intenzív terhelés után emelkedik a vérben az urea, a kreatin-kináz, az ASAT, az ALAT szintje. Az extracelluláris K<sup>+</sup>-koncentráció is emelkedik terhelés során. A tejsav akkumulációja a pH csökkenésén keresztül gátolja a K<sup>+</sup> aktív transzportját, így az extracelluláris K<sup>+</sup>-szint megemelkedik. A K<sup>+</sup>-koncentráció eltolódása a membránpotenciál csökkenését eredményezi, ami kedvez a H<sup>+</sup>-effluxnak (8).

Az izomszövet nyugalmi pH-jának szabályozásáért a Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> transzporterrel kívül a Na<sup>+</sup>-dependens és Na<sup>+</sup>-independens Cl<sup>-</sup>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> transzporter is felelős. Intenzív terhelés során a H<sup>+</sup>-efflux kis hányadát végzi csak a Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> pumpa. A domináns saveltávolító rendszer ilyenkor a laktát/H<sup>+</sup> kotranszporter, mely működési szintje az izom aktivitásának mértékétől függ, így intenzív edzéssel a rendszer kapacitása növelhető (9).

A terhelés alatt az izomsejtekben az anyagcsere-folyamatok során több proton termelődik, mint nyugalomban. Ennek ellensúlyozására számos reakció, illetve mechanizmus lép életbe, amelyek mind az intracelluláris pH csökkentésére törekednek. A reakciók közül kiemelendő a laktáttermelés, az intracelluláris pufferrendszerek, és a különböző transzportmechanizmusok.

### A. Laktáttermelés

A glikolízis végterméke a piruvát, mely vagy a mitokondriumba jutva oxidálódik (anaerob körülmények közt ez kevésbé jellemző), vagy a citoszolban maradvá laktáttá redukálódik a következők szerint:



Tehát ezen reakció során felhasználásra kerül egy proton, ami lehetőséget ad arra, hogy a sejt laktáttermeléssel eliminálja a glikolízis alatt és az ATP hidrolízisekor keletkező felesleges  $\text{H}^+$ -ok egy részét, ezzel csökkentve az intracelluláris acidózis mértékét. Ez utóbbit a laktát-proton kotranszporter is tovább mérsékli. Emellett a NADH oxidálásával segít a sejt redox-állapotának visszaállításában, és egyúttal szubsztrátot biztosít a glikolízis reakcióihoz (10–11).

### B. Intracelluláris pufferrendszerek

A legjelentősebb intracelluláris puffer az anorganikus foszfor ( $\text{Pi}$ ). Terhelés során nemcsak a protonok, hanem az  $\text{Pi}$  is nagyobb mennyiségben termelődik. Puffer-szerepére különleges kémiai tulajdonságai teszik alkalmassá. Egyéb molekulák is pufferként működnek, mint a sejten belüli fehérjék, elsősorban azok, amelyek sok hisztidint tartalmaznak, valamint más aminosavak, a bikarbonát-ionok, illetve a hexóz- és trióz-foszfátok (12).

### C. Transzport az extracelluláris térbe

A felszaporodott protonok hatékony eliminálását biztosítják a különböző iontranszporterek.

Az előző részben említett foszfátion egy  $\text{H}^+$  pufferelése után egy  $\text{H}_2\text{PO}_4^- \text{Na}^+$  kotranszporterrel át hagyja el a sejtet. Az acidózis és a hypoxia serkenti ezt a folyamatot. Hasonló módon proton eliminálásával jár a bikarbonát exportja.

A szabad protonok egyrészt egy  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  cserélő csatornán, másrészt a laktát- $\text{H}^+$  szinporterrel keresztül jutnak ki.

E transzmembrán ioncsatorna aktivitását és a facilitált diffúzió irányát a



szubsztrátok koncentrációja szabályozza, és kevésbé érzékeny a pH változására. Laktáton kívül más monokarboxilátokat is képes szállítani, például piruvátot és ketontesteket is, így más szervek anyagcseréjében is jelentős szerephez jut.

A puffer-rendszerek kapacitása azonban véges, ezért a hosszan fennálló fizikai terhelés előbb-utóbb intracelluláris acidózis kialakulásához vezet.

Jelen vizsgálatban arra a kérdésre kerestünk választ, hogy a csökkentett deutérium-tartalmú ivóvíz fogyasztása hatással van-e élsportolók teljesítőképességére, valamint a fizikai terhelést kísérő metabolikus folyamatokra, elsősorban a glükóz anyagcserére és a sav-bázis háztartásra.

## Anyag és módszer

A vizsgálatban 12 válogatott evezős férfi vett részt. Ebből 7 sportoló napi 2 liter csökkentett deutérium-tartalmú ivóvizet (Preventa®) ivott 44 napig (41–46 nap), míg 5 sportoló a normál vizet fogyasztotta. Mindkét csoport azonos felkészülésben vett részt. A 0. és a 44. napon mindkét csoport többlépcsős terhelést végzett Concept 2 evezős ergométeren. A sportolók 4×1500 métert teljesítettek, fokozódó intenzitással (az aktuális 2000 méteres sebességük T1 = 82,5, T2 = 87,5, T3 = 92,5, T4 = 100 százalékaival), a lépcsők között 2 perc pihenővel. A pulzusszámot folyamatosan Polar-órával mértük. A sav-bázis paramétereiket (pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub>, BE), az ionokat (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>), a vér tejsav, vér glükóz koncentrációt, valamint az anionrést nyugalomban (R), a terhelés alatt lépcsőnként (T1–T4) és a restitúció 5. percében (R5') vett kapilláris vérmintából pHox plusL (USA) készülékkel határoztuk meg. A sportolók mindegyik alkalommal megszokott reggelijüket fogyasztották a vizsgálatok előtt.

## Eredmények és megbeszélés

Általánosan ismert, hogy a terhelést követően a megnövekedett energiaigény miatt a vérben először csökken a glükóz koncentrációja. Ezt a jelenséget tapasztaltuk a kontrollcsoportnál mind a vizsgálat kezdetén, mind 44 nappal később megismételve a terheléses vizsgálatot és a kezelt csoportban a Preventa® fogyasztás előtt (1., 2. táblázat és 1., 2. ábra). A fentiekkel ellentétben a glükózkoncentráció csökkenés nem következett be a kezelt csoportban a 44 napos Preventa® fogyasztást követően (2. táblázat és 2. ábra). A kezelt csoportban a T1–T2 mérési pontoknál szignifikáns különbséget

tapasztaltunk a kezelés előtti értékekhez képest. A glükózkoncentráció a kezelés előtt T1–T2 pontoknál 25–34%-kal csökkent, ami 5–7%-ra mérséklődött a Preventa® fogyasztást követően, míg T4 mérési pontnál az első terheléses vizsgálatnál csak minimális (9%-os) növekedését tapasztaltuk a nyugalmi értéknek, ez a Preventa® fogyasztás után meredeken emelkedett és 46%-kal mértünk magasabbat, mint a nyugalmi érték (1., 2. ábra). Abszolút értékben a Preventa® fogyasztás előtt a csökkenés 1,9–2,6 mmol/liter volt, míg a növekedés a T4 pontnál mindössze 0,4 mmol/liter. Negyvennégy napos Preventa® fogyasztást követően a kezdeti glükózkoncentráció mindössze 0,4–0,5 mmol/liter csökkenést mutatott, valamint 2,5 mmol/liter koncentráció-emelkedést a terheléses vizsgálat második felére.

*1. táblázat/Table 1*

**Vér glükóz változása a nyugalmi értékhez viszonyítva  
a terhelés során a kontrollcsoportnál**

**Changes of blood glucose level after loading comparing  
to the state of rest in the control group**

	<b>R</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>R5'</b>
0. nap/day	<b>7,12</b>	<b>6,13</b>	<b>5,69</b>	<b>6,17</b>	<b>8,05</b>	<b>10,27</b>
	0,63	0,46	0,75	0,65	1,57	1,37
44. nap/day	<b>6,80</b>	<b>5,91</b>	<b>5,58</b>	<b>6,16</b>	<b>9,38</b>	<b>10,03</b>
	1,13	0,53	0,90	1,19	1,21	1,61
p<	ns	ns	ns	ns	ns	ns

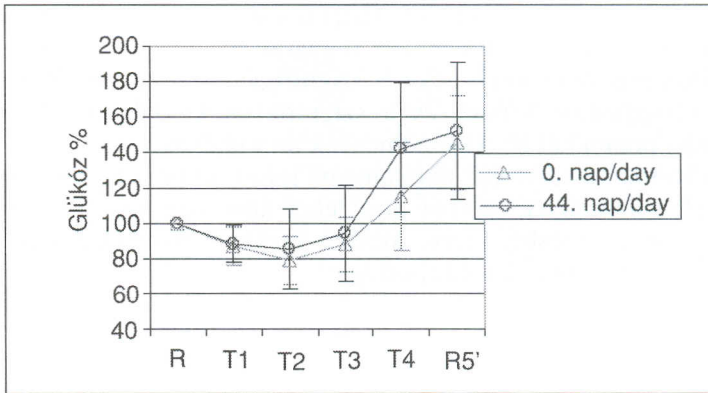
T1–T2–T3–T4 correspond 82.5%, 87.5%, 92.5% and 100% loading level.  
Values of rest (R) and 5 minutes after loading test (R5').

## 2. táblázat/Table 2

**Vér glükóz változása a nyugalmi értékhez viszonyítva  
a terhelés során a kezelt csoportban**  
**Changes of blood glucose level after loading comparing  
to the state of rest in the treated group**

	R	T1	T2	T3	T4	R5'
0. nap/day	7,36	5,43	4,71	6,07	7,77	9,52
	1,21	0,71	0,55	1,33	1,62	1,36
44. nap/day	6,12	5,74	5,59	6,28	8,62	9,40
	1,01	0,59	0,59	1,04	1,63	1,69
p<	0,017	0,030	0,011	ns	ns	ns

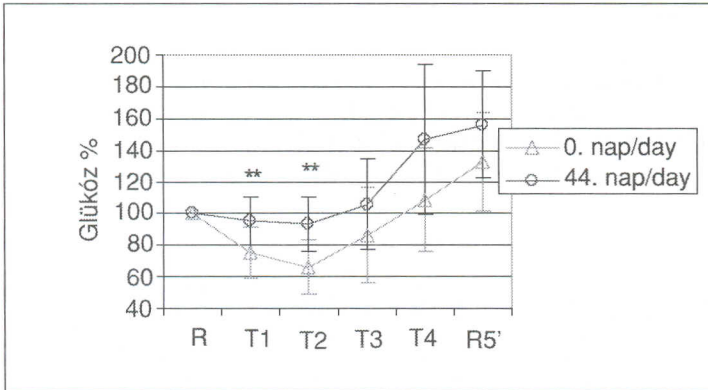
T1–T2–T3–T4 correspond 82.5%, 87.5%, 92.5% and 100% loading level.  
Values of rest (R) and 5 minutes after loading test (R5').



1. ábra: Vér glükóz változása a nyugalmi értékhez viszonyítva a terhelés során a kontrollcsoportnál

Figure 1.: Changes of blood glucose level after loading comparing to the state of rest in the control group





2. ábra: Vér glükóz változása a nyugalmi értékhez viszonyítva a terhelés során a kezelt csoportnál

Figure 2.: Changes of blood glucose level after loading comparing to the state of rest in the treated group

A 3. táblázat a vér tejsavértékeit foglalja össze a kezelt sportolók esetében. A táblázatból kitűnik, hogy a Preventa® fogyasztást követően a vér tejsav koncentrációjának már nyugalmi értéke is szignifikánsan alacsonyabb volt az első terheléses vizsgálathoz képest, és a szignifikáns különbség fennmaradt a T1–T3 mérési pontoknál is. Az eredmények arra utalnak, hogy a Preventa® fogyasztást követően a sportolók alacsonyabb tejsav szinttel tudták teljesíteni az egyes terhelési lépcsőket, amiből arra lehet következtetni, hogy a terhelést követően a sejtek kevésbé, illetve később kerülnek oxigénhiányos állapotba, vagy javult a tejsav eliminációs képesség.

## 3. táblázat/Table 3

**A vér tejsav koncentrációjának (mmol/l) változása nyugalomban és a terhelés során a kezelt csoportban**

**Changes of blood lactic acid concentration (mmol/liter) in the course of loading before and after Preventa consumption**

	<b>R</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>R5'</b>
<b>0. nap/day</b>						
átlag/mean	2,54	2,52	4,93	8,91	16,51	16,34
szórás/SD	0,88	0,79	1,48	1,72	1,89	2,21
<b>44. nap/day</b>						
átlag/mean	1,44	1,54	2,62	6,29	14,31	14,93
szórás/SD	0,26	0,27	0,65	1,63	4,30	4,67
<b>T-próba</b>						
p<	<b>0,011</b>	<b>0,008</b>	<b>0,004</b>	<b>0,010</b>	ns	ns

Fizikai terhelés során a vérben létrejövő tejsavsztint növekedés következtében az anionrés megnő, jelezve a fokozódó metabolikus acidózist. Ezért megvizsgáltuk, hogy a Preventa® fogyasztás befolyásolja-e az anion GAP értékeket. A 4. és 5. táblázat a kontroll és Preventát fogyasztó csoport anion GAP-értékeit mutatja be a terheléses vizsgálatok során. A 6. táblázatban összehasonlítottuk a két csoport 0. napon és 44. nappal később mért értékeit. Az adatok szerint a kezelés előtt mért értékekben (0. nap) az R, T1–T4 időpontoknál nem volt szignifikáns különbség. Ezzel szemben a 44 napos kezelést követően kapott értékek összehasonlításakor azt tapasztaltuk, hogy az R, T1–T3 mérési pontoknál a Preventát fogyasztók anion GAP-értékei szignifikánsan alacsonyabbak voltak a kontrollcsoport értékeinél.

## 4. táblázat/Table 4.

**A vér anion GAP változása a kontrollcsoportnál****The changes of the anion GAP values in the blood in the control group**

	<b>R</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>R5'</b>
<b>0. nap/day</b>						
átlag/mean	15,5	16,8	17,6	23,4	32,6	30,9
szórás/SD	2,5	2,2	1,6	3,0	1,5	1,6
<b>44. nap/day</b>						
átlag/mean	18,9	19,4	21,4	26,7	34,2	33,2
szórás/SD	0,9	1,1	2,4	2,3	3,0	2,6
<b>T-próba</b>						
<b>p&lt;</b>	ns	<b>0,004</b>	ns	<b>0,046</b>	ns	<b>0,035</b>

## 5. táblázat/Table 5

**A vér anion GAP változás a kezelt (Prenevtá®) csoportnál****The changes of the anion GAP values in the blood  
in the treated (Prenevtá®) group**

	<b>R</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>R5'</b>
<b>0. nap/day</b>						
átlag/mean	18,4	18,2	18,6	22,4	28,0	27,1
szórás/SD	3,3	4,1	4,5	3,5	6,8	
<b>44. nap/day</b>						
átlag/mean	17,1	18,0	18,4	23,6	33,1	30,2
szórás/SD	0,4	0,3	1,5	0,7	2,2	1,7
<b>T-próba</b>						
<b>p&lt;</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns



## 6. táblázat/Table 6

A vér anion GAP változása a kontroll- és kezelt (Preventa®) csoport között

The changes of the anion GAP values in the blood in the control and treated (Preventa®) group

	R	T1	T2	T3	T4	R5'
<b>0. nap/day</b>						
Kontroll-Preventa	ns	ns	ns	ns	ns	<b>0,031</b>
<b>44. nap/day</b>						
Kontroll-Preventa	<b>0,014</b>	<b>0,049</b>	<b>0,050</b>	<b>0,035</b>	ns	ns

A maximális teljesítményben, és a pulzusszámban a két csoport között nem volt különbség egyik alkalommal sem.

### Következtetések

A deutérium-csökkentés hatását kívántuk vizsgálni élsportolóknál a fizikai teljesítőképességre. A mérési eredmények megerősítik, hogy a Preventa® fogyasztás következtében létrejövő deutérium-koncentráció csökkenést követően a szövetek oxigenizációja jobb lett, kevésbé kerültek oxigén hiányos állapotba, a glükóz mobilizáció és felhasználás javult, a sejtek metabolikusan jobban tudták kompenzálni a terheléskor jelentkező változásokat. Bár a sportolók laboratóriumi körülmények között mért teljesítőképessége nem változott, a kezelés időtartama alatt gyorsabb regenerációról számoltak be. Az eredmények alapján azt mondhatjuk, hogy a deutérium-csökkenés a szervezet számára kedvező változásokat indított el.

### Irodalom

1. G. Somlyai, G. Jancsó, G. Jákli, K. Vass, B. Barna, V. Lakics and T. Gaál: Naturally occurring deuterium is essential for the normal growth rate of cells. *FEBS Lett.* 317 1–4 (1993).

2. *G. Somlyai, G. Laskay, T. Berkényi, Gy. Jákli, G. Jancsó*: Naturally occurring deuterium may have a central role in cell signalling. *Synthesis and Application of Isotopically Labelled Compounds 1997*. Edited by J. R. Heys and D. G. Mellilo © 1998 John Wiley & Sons Ltd. (1998).
3. *G. Somlyai*: Csökkentett deutérium-tartalmú víz, Új lehetőség a daganatterápiában [Deuterium depleted water – A new possibility in cancer therapy] *Komplementer Medicina/Journal of Complementary Medicine II*. évf. 6. szám, 6–9. (1998).
4. *G. Somlyai, G. Laskay, T. Berkényi, Z. Galbács, G. Galbács, S. A. Kiss, Gy. Jákli, G. Jancsó*: The Biological Effects of Deuterium-Depleted Water, a Possible New Tool in Cancer Therapy. *Z. Onkol./J. of Oncol.* 30 91–94. (1998).
5. *Somlyai G.*: Győzzük le a rákot AKGA Junior Kiadó © 2000
6. *Stackhouse, Reisman, Binder-Macleod*: Challenging the role of pH in skeletal muscle fatigue. *Physical Therapy* 81 1897–1903 (2001).
7. *Katz, Sahlin*: Regulation of lactic acid production durin exercise. *J. Appl. Physiol.* 65 509–518 (1998).
8. *Hagberg*: Intracellular pH during ischaemia in skeletal muscle: relationship to membran potential, extracellular pH, tissue lactic acid and ATP. *Pflügers Arch* 404 342–347 (1985).
9. *Juel*: Muscle pH regulation: role of trining. *Acta Physiol. Scand.* 198 359–366 (1998).
10. *R. Robergs*: Recommendations and resources for teaching metabolic acidosis to the undergraduate student in exercise physiology, *Professionalization of Exercise Physiology.* 4 No 11 (2001).
11. *R. Robergs*: Exercise-induced metabolic acidosis: Where do the protons come from? *Sportscience* 5 (2), 2001.
12. *Dennis, Gevers and Opie*: Protons in ischemia: Where do they come from; where do they go to? *J Mol Cell Cardiol.* 23 1077–1086 (1991).

**Address:****Györe István****Országos Sportegészségügyi Intézet, Kutató Osztály****H-1123 Budapest, Alkotás utca 48.**