

# A szénhidrátok táplálkozás-élettani hatásai és a sporttáplálkozásban betöltött szerepük

## The nutritional and physiological effect of carbohydrates, their influences on sports nutrition

### ÖSSZEFOGLALÁS



A szénhidrátok olyan makronutriensek, melyek a sejtek elsődleges energiaforrásai. A becsült átlagos szükségletet az agy glükózfelhasználása alapján számolják, így a javasolt minimum beviteli mennyiség 130 g/nap felnőttek számára. A nem emészthető szénhidrátok közé a diétás rostok tartoznak, melyek előnyös fiziológiás hatásokkal bírnak az emberi szervezet számára, befolyással vannak a glikémiás kontrollra, diabetesre és vérzsírszintekre. Az elégséges rostbeviteli értéket 25-28 g/nap között határozták meg a 19-50 éves felnőttek számára. A megfelelő szénhidrátbevétel nagy figyelmet kap a sporttáplálkozás területén, ugyanis nagy intenzitású edzés esetén az izomglikogén nyújtja a legfőbb energiaforrást. Sportolók számára a javasolt napi szénhidrát mennyisége általában 5-12 g/ttkg. A verseny előtti szénhidráttöltés 36-48 órával a megmérettetés előtt elkezdődik, melynek pontos szénhidrát- beviteli javaslata függ a terhelés időtartamától és intenzitásától. A test-edzés időbeni terjedelme fontos tényező abból a szempontból, hogy kell-e szénhidrátot pótolni sportolás közben vagy sem.

**Kulcsszavak:** szénhidrát, sportteljesítmény, szénhidrátbevétel, szénhidráttöltés

### ABSTRACT



Carbohydrates are macronutrients used by cells as their primary sources of energy. The estimated average need is calculated on the amount of glucose used by the brain, thus the recommended minimum intake is 130g/day for adults. The group of non-digestible carbohydrates include dietary fibers, which have beneficial physiological effect on the human body, they have an influence on glycemic control, diabetes and triglyceride levels. The level of sufficient fiber intake has been defined as 25 to 28 g/day for adults of 19 to 50 years. There is a strong focus on the appropriate intake of carbohydrates in the field of sport nutrition, since in the case of high intensity workouts muscle glycogen provides the main source of energy. The recommended daily carbohydrate intake for athletes is generally 5 to 12 g/kg of body-weight. Carbohydrate fueling before an event starts 36 to 48 hours prior to the contest, and the exact carbohydrate intake recommendation depends on the term and intensity of the exercise. The duration of the workout is also an important factor in determining whether carbohydrate replenishment is necessary during working out. **Keywords:** carbohydrate, sport performance, carbohydrate consumption, glycogen replenishment



Szerzők/Authors:  
**Dr habil. Fritz Péter**  
egyetemi docens/  
**Péter Fritz Dr. habil.**  
associate professor  
Egészségtudományi vezető/  
Health Sciences Leader:  
Ferencvárosi Torna Club,  
Scitec Institute for Sport  
Performance, Miskolci  
Egyetem/ University of  
Miskolc  
Email: pfritz@hotmail.hu.  
Főbb kutatási terület:  
sporttáplálkozás, rekreáció  
Main areas of research: sports  
nutrition, recreation



**Ignits Dóra/Dóra Ignits**  
Sportdietitian: Scitec Institute  
for Sport Performance  
Email: dori.ignits@gmail.com



**Katona Sára/Sára Katona**  
Sportdietitian: Scitec Institute  
for Sport Performance  
Email:  
sarahann008@gmail.com

### A szénhidrátok táplálkozás-élettani hatásai és a sporttáplálkozásban betöltött szerepük

A szénhidrátok a makronutriensek közé tartoznak, energiát szolgáltatnak szervezetünk számára, és a testtömeg-gyarapodáshoz is hozzájárulhatnak abban az esetben, ha a szükséglethez és felhasználáshoz képest túlzott mértékben fogyasztják őket. A szénhidrátok (egyszerű és összetett szénhidrátok és rostok) a sejtek elsődleges energiaforrásai, különösen az agyé, ami egy glükóz dependens szerv. A glükóz vitális energiaforrásként szolgál az idegsejtek számára, hiszen normál körülmények között az agy kizárólag glükózt használ ATP-termelés céljából. Nyugalomban a vérben található cukor körülbelül 60%-a az agy metabolizációjából származik (Wasserman, 2009). A becsült átlagos szükségletet az agy glükózfelhasználása alapján számolják, így a javasolt minimum beviteli mennyiség 130 g/nap felnőttek számára. Alapvető fontosságú, hogy a vércukorszint 4.0 és 5.5 mmol/L között maradjon, melynek állandó szinten tartásáért elsődlegesen a májban raktározott kb. 80 g glükóz felel (Murray & Rosenbloom, 2018). Amennyiben a májglikogén szintje alacsony, a szervezet képes glükoneogenezisre is aminosavakból, illetve glicerolból. Az étkezések közötti szünetek, az alvás közbeni, de akár az elhúzódóbb éhezés is minimális hatással van az izomszövetben tárolt glikogénre, hiszen nyugalomban nem járul hozzá az energiaszolgáltatáshoz. A tartós éhezés, illetve a nagyon alacsony szénhidrát-tartalmú diéták ketoacidózishoz vezetnek, tartálékolva a máj- és izomglikogént. A ketózisnak, mely éhezéssel, hosszan tartó alacsony szénhidrát-tartalmú diétával, illetve ketontestek külső forrásból történő elfogyasztásával érhető el, esetleges teljesítményfokozó hatása lehet, különösen állóképességi

### The nutritional and physiological effects of carbohydrates and their role in sport nutrition

Carbohydrates are macronutrients, they provide energy for our body and they could also contribute to increased body mass if they are consumed in excess compared to the needs and utilization. Carbohydrates (simple and complex carbohydrates and fibers) are the primary source of energy for the cells, especially for the brain, which is an organ dependent on glucose. Glucose serves as a vital energy force for neurons, since under normal circumstances the brain only uses glucose for producing ATP. In resting state about 60% of the sugar in the blood derives from the metallization of the brain (Wasserman, 2009.) The estimated average need is calculated on the amount of glucose used by the brain, thus the recommended minimum intake is 130g/day for adults. It is vital that the level of blood glucose should remain between 4.0 and 5.5 mmol/L, it is primarily the responsibility of the glucose of about 80 g stored in the liver to maintain this level (Murray & Rosenbloom, 2018). If the level of glycogen in the liver is low, the body is capable of gluconeogenesis from amino acids or from glycerol. Breaks between meals, fasting during sleeping but even protracted fasting has a minimal effect on glycogen stored in muscle tissues, since in resting state it does not contribute to the supply of energy. Persistent fasting and diets containing very low levels of carbohydrate result in ketoacidosis, where the glycogen in the liver and muscles is spared. Ketosis, which can be accomplished by fasting, by lengthy low-carb diets or by consuming ketone bodies from external sources, might have a performance-enhancing effect, especially in the case of endurance sports,



sportok esetében, ahol a zsírsavoxidáció a domináns (Cox & Clarke, 2014). Ezeket a hipotéziseket azonban további kutatások segítségével szükséges alátámasztani, hiszen az eddigi eredmények még nem elég meggyőzők ebben a témában.

A diétás rostok a nem emészthető szénhidrátok csoportjába tartoznak, a funkcionális rostok pedig izolált, emészthetetlen szénhidrátok, melyek előnyös fiziológiai hatásokkal bírnak az emberi szervezet számára. A teljes rostbevitel mind a diétás, mind a funkcionális rostok egészét foglalja magába. A vízben nem oldódó rostok emésztése elhúzódó, mely jóllakottságérzéshez vezet. Ez a késleltetett felszívódás csökkenti a postprandiális vércukor-emelkedést. Ezek a típusú rostok szintén hatással vannak egyes tápanyagok felszívódására, mint például a zsíroké és a koleszterin enterohepatikus körforgására, ami a vér koleszterinszintjének csökkenéséhez vezethet. Az elégséges rostbeviteli értéket 25-28 g/nap között határozták meg a 19-50 éves felnőttek számára (Institute of Medicine, 2005).

A szénhidrátok kategorizálása nehézségekbe ütközik. A legfrissebb tudományos jelentések is megerősítették azt az 1997-es szakértők általi besorolást, mely a kémiai szerkezeten alapul, ugyanakkor tartalmaznia kell az egészségre gyakorolt hatásokat is. Analitikai szempontból egyértelműen meghatározható az élelmiszer teljes cukortartalma és azok monoszacharidokra és diszacharidokra történő felosztása, azonban az élelmiszer-mátrix természete nagyban befolyásolhatja a benne található cukrok élettani hatásait (Elia & Cummings, 2007).

Igazolt tény, hogy bizonyos teljes értékű, rostban gazdag élelmiszerek (pl. lencse) hatással vannak a glikémiás kontrollra, diabetesre és vérzsírszintekre, nagyobb mértékben befolyásolják ezeket, mint a gabona alapú rosttartalmú élelmiszerek (Mann et al., 2007). Az élelmi rostok oldható és oldhatatlan analitikai megkülönböztetése nem hasznos, hiszen a frakciók szétválasztása pH-függő. A szénhidrátok definiálásához pontosan meg kell határoznunk a kémiai összetételét az adott szénhidrátoknak, illetve az egészségre gyakorolt hatását. Emésztésük a vékonybélben zajlik, míg a fermentációjuk a vastagbélben. Bár mindkettő folyamat a szénhidrátok felbomlásához és energianyeréshez fog vezetni, az emészthetőség csak a vékonybélben történő folyamatokra vonatkozik, ezért a különböző szénhidrátok energiaértéke attól függ, hogy a teljes bélszakaszon mennyi szívódott fel belőlük. A szénhidrátok energiaértékének meghatározásánál, mely a gyakorlati felhasználásukat segíti, illetve az egészségre gyakorolt hatásukkal függ össze, fontos egyéni csoportokba sorolni őket, melyek az alábbiak: emésztés és emészthetőség (Mann et al., 2007). A nem-keményítő típusú poliszacharidok hatással vannak a vastagbélre és annak mikrobiom-összetételére, míg a rezisztens keményítő típusúak kevésbé.

Bizonyított, hogy a hozzáadott cukortartalmú italok nem vezetnek ugyanolyan mértékű jóllakottsághoz, mint a szilárd szénhidráttartalmú ételek, ezért a fokozott mértékű hozzáadott cukortartalmú ital fogyasztása testtömeg-gyarapodáshoz vezethet. Javasolt csökkenteni a nap során elfogyasztott teljes cukorbevitelt is, annak érdekében, hogy csökkenjen a túlsúly és az elhízás elő-



where fatty acid oxidation is dominant (Cox & Clarke, 2014). However, these hypotheses should be confirmed by further research, since the results gained so far are not yet convincing enough on this topic.

Dietary fibers belong to the group of non-digestible fibers, while functional fibers are isolated, indigestible carbohydrates, which have beneficial physiological effects on the human body. The full intake of fibers includes the entirety of both dietary and functional fibers. The digestion of non-water-soluble fibers is a lengthy process, which leads to the feeling of satiety. This delayed absorption mitigates postprandial blood sugar increase. Fibers of this type also affect the absorption of certain nutrients, such as fatty acids and the enterohepatic circulation of cholesterol, which may result in decreased blood cholesterol level. The level of sufficient fiber intake has been defined as 25 to 28 g/day for adults of 19 to 50 years (Institute of Medicine, 2005).

The classification of carbohydrates comes with difficulties. The most recent scientific reports have also confirmed the classification proposed by experts in 1997, which is based on chemical structure but should also include effects on health. From an analytical aspect the entire sugar content of foodstuffs and its division into monosaccharides and disaccharides can be clearly defined, however, the nature of the food matrix could highly influence the physiological effects of the sugars contained in it (Elia & Cummings, 2007).

There is evidence that certain whole foods rich in fiber (e.g. lentils) have an impact on glycemic control, diabetes and triglyceride levels, they have a stronger impact on these than does grain-based foodstuffs containing fibers (Mann et al., 2007). Making an analytical distinction between soluble and insoluble dietary fibers is not useful, since the separation of the fractions is pH-dependent. For the definition of carbohydrates one must accurately define the chemical composition of the given carbohydrate, as well as its impact on health. They are digested in the small intestine, while their fermentation takes place in the large intestine. Although both of these processes will result in the disintegration of carbohydrates and the generation of energy, digestibility only applies to processes occurring in the small intestine, therefore the

energy value of various carbohydrates depends on how much of them has been absorbed on the entire intestinal section. When determining the energy value of carbohydrates, which facilitates their application in practice, and is related to their impact on health, it is important to classify them into individual groups, which are the following: digestion and digestibility (Mann et al., 2007). Non-starch type polysaccharides have an impact on the large intestine and its microbiome composition, while resistant types of starch have a lower impact.

There is evidence that beverages containing added sugar do not result in such a level of satiety than do solid carbon-containing foods, therefore the increased consumption of beverages containing added sugar will result in bodyweight gain. It is also recommended that the entire sugar intake consumed



fordulásának kockázata (Englyst et al., 2007). A szénhidrátforrás kiválasztásánál nem hagyatkozhatunk kizárólag a glikémiás indexre (GI), hiszen az alacsony GI élelmiszerek sokszor nagy energiasűrűségűek, jelentős mennyiségű zsírt, cukrot és nem kívánatos zsírsavakat tartalmazhatnak, melyek ugyan hozzájárulhatnak a kisebb mértékű glikémiás válaszhoz, de nem szükségeszerűen támogatják a megfelelő egészségi állapotot. Javasolt az átlag, nem sportoló egyének számára csökkenteni a napi szénhidrátbeviteli ajánlásokat 55-75 energia%-ról 50 energia%-ra, ugyanakkor fontos hangsúlyozni, hogy az elfogyasztott szénhidrátok természete sokkal fontosabb az egészségügyi következmények szempontjából, mint a teljes napi bevitel energiaszázalékos arányban (Mann et al., 2007).

### Szénhidrát és a sport

A megfelelő szénhidrátbevitel jogosan nagy figyelmet kap a sporttáplálkozás területén, ugyanis meghatározó szerepet tölt be a sportteljesítményben, a sportolók szénhidrátfogyasztása sok esetben nem megfelelő. Testmozgás során (különösen váltakozó vagy nagy intenzitású edzés esetén) az izomglikogén nyújtja a legfőbb energiaforrást. A szervezet a szénhidrátot glikogén formájában tárolja az izmokban és a májban, de a tárolókapacitása korlátozott. Amennyiben a szénhidrátraktárak nem biztosítanak elegendő energiát a sportoló számára, az kimerültséghez, a sportteljesítmény és az immunrendszer működésének csökkenéséhez vezethet. A testedzést követő fázisban (nagyjából 30-40 percig) a glikogénszintézis nagyon gyors, majd a második fázisban ez már inzulinfüggő, és lassabban érhető el az euglikémia állapota. A periodikus szénhidrát-kiegészítés a glikogénraktárak szuperkompenzációjához vezethet. A májglikogénraktárak nagyon gyorsan helyreállnak az edzés utáni táplálékfelvétel hatására még akkor is, ha edzést követően nem fogyaszt a sportoló szénhidrátot, viszont ebben az esetben ez glükoneogenezisből származik, és lassabban megy végbe a folyamat. Egy megfelelően edzett és jól táplálkozó sportoló, amennyiben néhány napig magas szénhidráttartalmú diétát folytat, izomglikogén szuperkompenzációt képes elérni, mely nagy intenzitású edzések esetén különösen fontos (Murray & Rosenbloom, 2018). Az alábbi okok miatt a sportolókat ösztönözni kell arra, hogy szénhidrátbevitelüket gondosan tervezzék meg az edzéseik közelében, illetve egész nap során fogyasszanak elegendő szénhidrátot.

### Szénhidrát-beviteli ajánlások

Sportolók számára a javasolt szénhidrát mennyisége általában 5-12 g/ttkg/nap, ennek a tartománynak a felső értékei (8-10 g/ttkg/nap) javasoltak azoknak a sportolóknak, akik méréselt vagy nagy intenzitású ( $\geq 70\%$  VO<sub>2</sub>max) testedzést végeznek legalább heti 12 órán át. Annak függvényében, hogy milyen intenzitással sportolunk, változhat a napi szénhidrátigényünk, melyet az alábbi táblázat mutat be.

Terhelés intenzitása	Javasolt szénhidrátbevitel
Alacsony (alacsony intenzitású vagy készség szintű mozgások)	3-5 g/ttkg/nap
Közepes (napi 1 órányi közepes intenzitású testmozgás)	5-7 g/ttkg/nap
Magas (napi 1-3 órányi közepes-magas intenzitású állóképességi testmozgás)	6-10 g/ttkg/nap
Nagyon magas (napi 4-5 órányi közepes-magas intenzitású extrém terhelés)	8-12 g/ttkg/nap

A napi szénhidrátigény az aktivitás függvényében (Australian Institute of Sport. Supplements)

### Szénhidrátöltési stratégiák

A versenyek előtti szénhidrátfogyasztás célja a glikogénraktárak feltöltése. A jelenlegi ajánlások szerint a 90 perces meghaladó nagy terheléssel járó testedzések előtt 10-12 g/ttkg/nap szénhidrát bevitelét javasolt a verseny előtti 36-48 órában. 60-90 perc közötti közepes intenzitású terhelések esetén nem indokolt a glikogénraktárak feltöltése, azonban ha a terhelés előrelátható-

in one day should be reduced, in order to mitigate the risk of overweight and obesity (Englyst et al., 2007). When selecting our source of carbohydrates, we should not rely only on the glycemic index (G.I.), since foods with a low G.I. often have a high level of energy density, they could contain significant amounts of fat, sugar and undesirable fatty acids, which may well contribute to a lower glycemic response, but do not necessarily support good health. The daily recommended carbohydrate intake for average individuals not involved in sports should be reduced from 55-75% to 50% of energy, while it is important to stress that the nature of the consumed carbohydrates is much more important for health consequences than the total daily intake in terms of energy percentage (Mann et al., 2007).

### Carbohydrates and sports

Appropriate carbohydrate intake is deservedly very much in focus in the field of sport nutrition, since it plays a determining role in sports performance, the carbohydrate consumption of athletes is often not appropriate. When exercising (especially in the case of interval or high intensity training), muscle glycogen provides the main source of energy. The body stores carbohydrates in the form of glycogen in muscles and in the liver, but its storage capacity is limited. If the carbohydrate stores fail to provide sufficient energy for the athlete, it could result in exhaustion, a decline in sports performance and immune system functioning. In the phase following the workout (about 30-40 minutes), glycogen synthesis is very fast, then in the second phase it becomes insulin-dependent and a state of euglycemia can be achieved more slowly. Periodical carbohydrate supplementation may lead to the super-compensation of glycogen stores. The glycogen stores of the liver are restored very quickly as a result of feeding after a workout, even if the athlete does not consume carbohydrates after the workout, but in this case it will derive from gluconeogenesis and the process takes place more slowly. An appropriately trained athlete keeping a proper diet is able to accomplish muscle glycogen super-compensation after being put on a high-carb diet for a couple of days, which is especially important in the case of high intensity workouts (Murray & Rosenbloom, 2018). Because of the following reasons athletes should be encouraged to plan their carbohydrate intake shortly before and after workouts, and to consume enough carbohydrates during the entire day.

### Carbohydrate intake recommendations

For athletes the recommended carbohydrate quantity is usually 5-12 g/kg of bodyweight, and the upper values of this range (8-10 kg of body weight/day) are recommended for athletes who perform moderate or high intensity exercise ( $\geq 70\%$  VO<sub>2</sub>max) for at least 12 hours per week. Depending on the level of intensity of workouts, our daily carbohydrate needs may change, which is shown by the following table.

Exercise intensity	Recommended carbohydrate intake
Low (low intensity movements or skill-based activities)	3 to 5 kg of body weight/day
Moderate (moderate intensity exercise for 1 hour per day)	5 to 7 kg of body weight/day
High (1 to 3 hours of medium-high intensity endurance exercise)	6 to 10 kg of body weight/day
Very high (4 to 5 hours of medium-high intensity extreme exercise)	8 to 12 kg of body weight/day

Daily carbohydrate needs depending on activity (Australian Institute of Sport Supplements)

### Carbohydrate fueling strategies

The purpose of consuming carbohydrates in preparation for events is filling up the glycogen stores. According to the current recommendations, prior to heavy exercise exceeding 90 minutes the intake of 10-12 kg of body weight/day of carbohydrates is recommended 36 to 48 hours before the event. In the case of



lag 90 percet vesz igénybe, akkor 7-12 g/ttkg szénhidrát bevitelle ajánlott a verseny előtti 24 órában (Thomas et al. 2016).

Közvetlenül a verseny előtt fogyasztott szénhidrát növeli az izomglikogén mennyiségét, növeli a szénhidrát-oxidációt, kitolja a fáradást és növeli az edzésteljesítményt (Wright et al. 1985). A 60 percet meghaladó terhelés előtti 1-4 órában ajánlott 1-4 g/ttkg szénhidrátot fogyasztani (Thomas et al. 2016).

Szénhidrátöltés	90 percet meghaladó sportolásra való felkészüléskor	36-48 óráan keresztül 10-12 g/ttkg/nap
Verseny előtti töltés	60 percnél tovább tartó sportolás esetén	1-4 g/ttkg (verseny előtt 1-4 órával)
Rövid edzés előtt	kevesebb mint 45 percig tartó sportolás	Nem szükséges
Hosszan tartó magas intenzitású edzés előtt	45-75 percig tartó sportolás	Kis mennyiség, száj öblítése
Állóképességi és „stop and start” típusú edzés előtt	1-2.5 órát tartó sportolás előtt	30-60 g/óra
Ultra állóképességi edzés előtt	2.5-3 órát tartó sportolás előtt	max. 90g/óra
Gyors visszatöltés	kevesebb mint 8 óra áll rendelkezésre	1-1.2 g/ttkg az első 4 órában óránként, majd a napi szükséglet

*Szénhidrátöltési stratégiák (Australian Institute of Sport. Supplements)*

A testedzés időbeni terjedelme fontos tényező abból a szempontból, hogy kell-e szénhidrátot pótolni sportolás közben vagy sem. Ha a mozgás nem tart tovább egy óránál, nincs szükség plusz szénhidrátbevitelre. Tartósan nagy intenzitású edzéseknél, melyek 45-75 percet vesznek igénybe, gyakran elegendőnek bizonyul a száj kiöblítése. Állóképességi sportok, illetve „stop and start” (pl.: labdarúgás, tenisz) típusú mozgások esetén, melyek 1-2,5 órát tartanak, javasolt edzés közben is pótolni a szénhidrátot, óránként 30–60 grammot. Ultra állóképességi terhelések esetén, melyek több mint 2,5-3 órát vesznek igénybe, maximum 90 g szénhidrát bevitelle javasolt óránként. Rollo és munkatársai (2015) a testedzés közbeni szénhidrátoldattal való öblítést vizsgálta, hogy igazolja annak futásra gyakorolt teljesítményfokozó hatását. Vizsgálatából kiderült, hogy azoknak a sportolóknak, akik 10%-os maltodextrinoldattal öblöttek közvetlenül futás előtt, jelentősen javult a sebességük. A 15 m-es sprintfutásnál az öblítést végző futók 86%-ának javult a teljesítménye a placebo csoport tagjaihoz képest.

### Testedzést követő szénhidrátbevitel

A testedzést követő órákban javasolt gyorsan felszívódó szénhidrátokban gazdag ételeket fogyasztani a glikogén újra szintetizálása miatt. Amennyiben gyors glikogénszintézisre van szükség, 0,5–0,6 g/ttkg gyors felszívódású szénhidrát fogyasztása javasolt 30 percenként 2-4 órán keresztül (Thomas et al. 2016). Ha több idő (24 óra vagy több) áll rendelkezésre hozzá, akkor Burke és munkatársai (2016) szerint a hosszú távú reszintézist nem annyira befolyásolja a szénhidrát típusa, sokkal inkább a teljes bevitt szénhidrát mennyisége.

### Irodalomjegyzék

Burke, L.M., Van Loon, L.J.C., & Hawley, J.A. (2016). Post-exercise muscle glycogen resynthesis in humans. *Journal of Applied Physiology*. 22 (5).1055–1067. DOI: 10.1152/jappphysiol.00860.2016. Epub 2016 Oct 27.  
Cox, J.P., & Clarke, K. (2014). Acute nutritional ketosis: implications for exercise performance and metabolism. *Extreme Physiology & Medicine*.

workloads of moderate intensity and duration of between 60 to 90 minutes, fueling the glycogen stores is not necessary, however, if the exercise is expected to take 90 minutes, then the intake of 7-12 g/kg of bodyweight of carbohydrates is recommended 24 hours before the event (Thomas et al. 2016).

Carbohydrate consumed immediately prior to the event increases the amount of muscle glycogen, increases carbohydrate oxidation, postpones tiring and improves workout performance (Wright et al. 1985). 1 to 4 hours prior to exercise exceeding 60 minutes it is recommended to consume 1-4 g/kg of bodyweight of carbohydrates (Thomas et al. 2016)

Carbohydrate fueling	When preparing for exercise exceeding 90 minutes	36 to 48 hours 10-12 kg of body weight/day
Pre-event fueling up	for exercise lasting longer than 60 minutes	1 to 4 g/kg of bodyweight (1 to 4 hours before the event)
Prior to short workouts	exercise for less than 45 minutes	Not necessary
Prior to long, high intensity workouts	exercise for 45 to 75 minutes	Small amount, rinsing the mouth
Before endurance and “stop and start” type workouts	prior to exercising for 1 to 2.5 hours	30-60 g/hours
Prior to ultra endurance workouts	prior to exercising for 2.5 to 3 hours	max. 90g/ hours
Fast recovery	less than 8 hours are available	1-1.2 g/kg of bodyweight in the first 4 hours, then the daily need

*Carbohydrate fuelling strategies (Australian Institute of Sport Supplements)*

The duration of the exercise is also an important factor in determining whether carbohydrate replenishment is necessary during working out. If the exercise does not last longer than one hour, there is no need for additional carbohydrate consumption. During sustained high-intensity exercise taking 45 to 75 minutes, a mouth rinse is often enough. During endurance exercise including “stop and start” sports (e.g. football, tennis), which take 1 to 2.5 hours, it is recommended to replenish carbohydrates during exercise, 30 to 60 grams/hour. During ultra-endurance exercise taking over 2.5 to 3 hours, the recommended maximum intake is 90 g of carbohydrates per hour. Rollo et al. (2015) tested rinsing with a carbohydrate solution during exercise, to verify its performance-enhancing effect on running. Their test revealed that athletes who rinsed their mouth by 10% maltodextrine solution immediately prior to running improved their speed substantially. In 15 m sprints 86% of those who rinsed their mouth improved their performance complete to members of the placebo group.

### Post-workout carbohydrate intake

During the hours following a workout it is recommended to consume snacks rich in fast-digesting carbohydrates, for the renewed synthesis of glycogen. If fast glycogen synthesis is required, it is recommended to consume 0.5 – 0.6 g/kg of bodyweight of fast-digesting carbohydrate for every 30 minutes, for 2 to 4 hours (Thomas et al. 2016). If a longer time (24 hours or more) is available, then according to Burke et al. (2016), long-term re-synthesis is affected not so much by the type of the carbohydrate, much more the entire volume of the carbohydrate intake.

### Literature

Burke, L.M., Van Loon, L.J.C., & Hawley, J.A. (2016). Post-exercise muscle glycogen resynthesis in humans. *Journal of Applied Physiology*. 22 (5).1055-1067. DOI: 10.1152/jappphysiol.00860.2016. Epub 2016 Oct 27.  
Cox, J.P., & Clarke, K. (2014). Acute nutritional ketosis: implications for exercise performance and metabolism. *Extreme Physiology & Medicine*. 3(17). DOI: 10.1186/2046-7648-3-17

3(17). DOI: 10.1186/2046-7648-3-17

Elia, M., & Cummings, J.H. (2007): *Physiological aspects of energy metabolism and gastrointestinal effects of carbohydrates*. European Journal of Clinical Nutrition. 61 (1). 40–74.

Englyst, K., Liu, S., & Englyst, H. (2007): Nutritional characterisation of dietary carbohydrates providing defined measurements for labeling and research. European Journal of Clinical Nutrition. 61(1).19–39.

Institute of Medicine (2005): *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, DC National Academies Press. 265–338. DOI:10.17226/10490

Mann, J., Cummings, J.H., Englyst, H.N., Key, T., Liu, S., Riccardi, G., Summerbell, C... Wiseman, M. (2007): *FAO/WHO Scientific Update on carbohydrates in human nutrition: conclusions*. European Journal of Clinical Nutrition. 61.132–137. DOI:10.1038/sj.ejcn.1602943

Murray, B. & Rosenbloom, C. (2018): *Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes*. Nutrition Reviews. 76(4).243–259. DOI: 10.1093/nutrit/nuy001

Rollo, I., Homewood, G., Williams, C., Carter, J., Goosey-Tolfrey, J. L. (2015). *The Influence of Carbohydrate Mouth Rinse on Self-Selected Intermittent Running Performance*. Int J Sport Nutr Exerc Metab. doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0001

Thomas, D.T., Erdman, K.A., & Burke, L.M. (2016): *American College of Sports Nutrition joint position statement. Nutrition and athletic performance*. Medicine & Science in Sports & Exercise. 48(3). 543–568. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000852

Thomas, D.T., Erdman, K.A., Burke, L.M. (2016). *Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance*. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics.116 (3). 501–528. DOI: 10.1016/j.jand.2015.12.006.

Van Dam, R.M., & Seidell, J.C. (2007): *Carbohydrate intake and obesity*. European Journal of Clinical Nutrition. 61 (1).75–99. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602939

Wright, D.A., Sherman, W.M., & Dernbach, A.R. (1985): *Carbohydrate feedings before, during, or in combination improve cycling endurance performance*. Journal of Applied Physiology. 71(3).1082–8.

Australian Institute of Sport. *Supplements*: <http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements>. Accessed July 7, 2015.

Wasserman, D. H. (2009.): *Four grams of glucose*. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 296(1). 11–21. DOI: 10.1152/ajpendo.90563.2008

Elia, M., & Cummings, J.H. (2007): *Physiological aspects of energy metabolism and gastrointestinal effects of carbohydrates*. European Journal of Clinical Nutrition. 61 (1). 40–74.

Englyst, K., Liu, S., & Englyst, H. (2007): *Nutritional characterisation of dietary carbohydrates providing defined measurements for labeling and research*. European Journal of Clinical Nutrition. 61(1).19–39.

Institute of Medicine (2005): *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, DC National Academies Press. 265–338. DOI:10.17226/10490

Mann, J., Cummings, J.H., Englyst, H.N., Key, T., Liu, S., Riccardi, G., Summerbell, C... Wiseman, M. (2007): *FAO/WHO Scientific Update on carbohydrates in human nutrition: conclusions*. European Journal of Clinical Nutrition. 61.132–137. DOI:10.1038/sj.ejcn.1602943

Murray, B. & Rosenbloom, C. (2018): *Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes*. Nutrition Reviews. 76(4).243–259. DOI: 10.1093/nutrit/nuy001

Rollo, I., Homewood, G., Williams, C., Carter, J., Goosey-Tolfrey, J. L. (2015). *The Influence of Carbohydrate Mouth Rinse on Self-Selected Intermittent Running Performance*. Int J Sport Nutr Exerc Metab. doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0001

Thomas, D.T., Erdman, K.A., & Burke, L.M. (2016): *American College of Sports Nutrition joint position statement. Nutrition and athletic performance*. Medicine & Science in Sports & Exercise. 48(3). 543–568. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000852

Thomas, D.T., Erdman, K.A., Burke, L.M. (2016). *Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance*. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics.116 (3). 501–528. DOI: 10.1016/j.jand.2015.12.006.

Van Dam, R.M., & Seidell, J.C. (2007): *Carbohydrate intake and obesity*. European Journal of Clinical Nutrition. 61 (1).75–99. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602939

Wright, D.A., Sherman, W.M., & Dernbach, A.R.(1985): *Carbohydrate feedings before, during, or in combination improve cycling endurance performance*. Journal of Applied Physiology. 71(3).1082–8.

Australian Institute of Sport. *Supplements*: <http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements>. Accessed July 7, 2015.

Wasserman, D. H. (2009.): *Four grams of glucose*. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 296(1). 11–21. DOI: 10.1152/ajpendo.90563.2008



# FRADI SHOP

A FERENCVÁROSI TORNA CLUB  
HIVATALOS AJÁNDÉKBOLTJA!

Szurkolói kártyásoknak 5% állandó kedvezmény  
Bérleteseknek 15% állandó kedvezmény

Vásárolj a Fradi Shopban, vagy online a [shop.fradi.hu](http://shop.fradi.hu)-n!  
Minden vásárlással a Fradit támogatod!

**FRADI SHOP - GROUPAMA ARÉNA**

1091, Budapest, Üllői út 129. | +36 1 455 2396 | [fradishop@fradi.hu](mailto:fradishop@fradi.hu) | [shop.fradi.hu](http://shop.fradi.hu)

**NYITVA TARTÁS:**

Hétfő-Szombat: 10:00-19:00 | Vasárnap: ZÁRVA