

S4. Inzulín

Definícia

Inzulín je peptidový hormón produkovaný Langerhansovými ostrovčekmi podžalúdkovej žľazy (pankreas). Patrí k trvalo zakázaným dopingovým látkam.

Inzulín znižuje hladinu cukru v krvi a ovplyvňuje aj metabolizmus tukov a aminokyselín. Je jediným hormónom, ktorý môže znížiť hladinu cukru v krvi podporou príjmu glukózy do buniek a syntézou glykogénu. Glykogén je polysacharid zložený z glukózových jednotiek. Je to forma ukladania glukózy, slúžiaca ako zdroj energie pre organizmus.

Úvod

Od roku 1982 sa genetické inžinierstvo využíva na hromadnú produkciu inzulínu, čo uľahčuje život mnohým diabetickým pacientom. Na udržanie konštantnej hladiny cukru v krvi u zdravých ľudí produkuje pankreas dostatok inzulínu. U diabetických pacientov to možno dosiahnuť podávaním syntetického inzulínu.

- **Inzulín ako doping**

V roku 1998 lekárske vzdelaná osoba sprevádzajúca Ruský olympijský tím zistovala u Medzinárodného olympijského výboru (MOV), či je používanie inzulínu povolené aj pre športovcov bez diabetu. Krátko po tomto upozornení dal MOV inzulín na zoznam zakázaných látok.

Poznatky o rozsiahlom zneužívaní inzulínu v športe sú založené na mnohých domových prehliadkach a priznaniach, no doteraz neboli zaznamenané dopingové testy pozitívne na inzulín. Od roku 2008 je možné zistiť vo vzorkách väčšinu inzulínových preparátov, no pre krátky biologický polčas inzulínu je relatívne málo času na jeho detekciu.



Policajní vyšetrovatelia v roku 2001 našli v hotelovej izbe talianskeho profesionálneho cyklistu Marca Pantaniho inzulínovú striekačku. Pantani zomrel v roku 2004 na predávkovanie kokaínom. (Obrázok: Getty Images / AFP / Franck Fife)



Priznania ukázali, že inzulín je zneužívaný na účely dopingového vytrvalostných disciplínach a silových športoch. (Obrázok: Getty Images / Mark Dadswell)

Účinky inzulínu

Inzulín podporuje príjem glukózy do buniek (najmä v pečeni a svaloch) a syntézu glykogénu. Konečným výsledkom je zníženie hladiny cukru v krvi. Ďalej inhibuje metabolizmus tukov a zvyšuje príjem aminokyselín, ktoré regulujú metabolické procesy a rast tkanív. Okrem toho stimuluje bunkové delenie a rast buniek.

Inzulín je produkovaný Langerhansovými ostrovčekmi pankreasu.



Uvoľňuje sa do krvného riečišťa, distribuuje sa po celom tele prostredníctvom cirkulácie a viaže sa na inzulínové receptory prítomné na membráne takmer všetkých buniek organizmu. Externe podaný inzulín sa viaže na rovnaké inzulínové receptory ako endogénny inzulín.

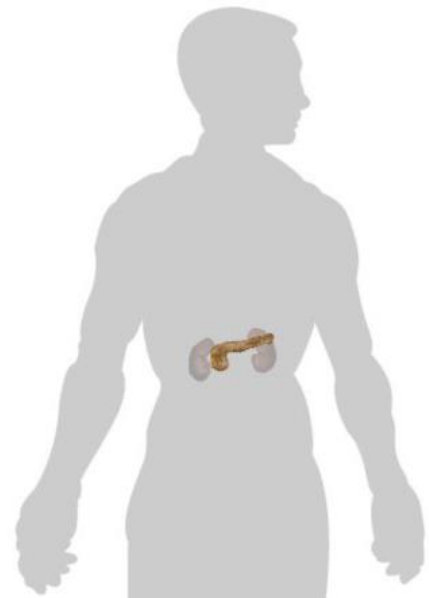


Týmto mechanizmom inzulín znižuje hladinu cukru v krvi, zvyšuje príjem glukózy a aminokyselín do buniek, a zároveň inhibuje rozklad tukov (lipolýza).

↓ **Hladina cukru v krvi**

↑ **Príjem glukózy a aminokyselín do buniek**

↓ **Metabolizmus tukov**



Inzulín je produkovaný Langerhansovými ostrovčekmi podžalúdkovej žľazy.

Inzulín vs. glukagón

Hladina glukózy v krvi je riadená systémom spätnej väzby, pomocou dvoch hormónov, ktorých uvoľňovanie závisí od hladiny cukru v krvi. Inzulín je jediný hormón, ktorý môže znížiť hladinu cukru v krvi. Jeho antagonistom je glukagón, ktorého hlavnou funkciou je zvýšenie hladiny cukru v krvi. Adrenalín, kortizol, rastový hormón a hormóny štítnej žľazy taktiež zvyšujú hladinu cukru v krvi.

Diabetes mellitus

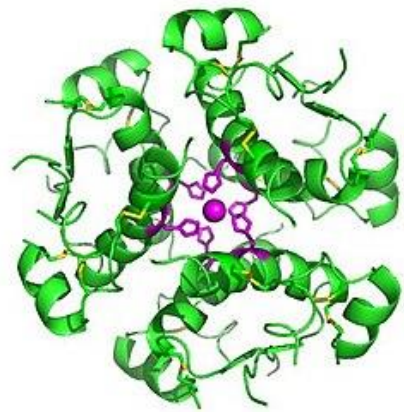
Diabetes mellitus je metabolická porucha charakterizovaná chronicky zvýšenou hladinou cukru v krvi na základe nedostatku inzulínu alebo inzulínovej rezistencie.

- **Diabetes mellitus 1. typu**

Diabetes 1. typu je autoimunitná porucha spôsobená deštrukciou beta buniek pankreasu, ktorých funkciou je produkcia inzulínu na reguláciu hladiny cukru v krvi. Pri diabete 1. typu sa inzulín netvorí, a je nutné nahradiť ho umelo vo forme syntetického inzulínu. Tento typ sa častejšie vyskytuje u detí a mladých dospelých, no môže sa vyskytnúť aj vo vyššom veku. Ľudia s diabetom 1. typu sú celoživotne závislí od injekčne podávaného inzulínu.

- **Diabetes mellitus 2. typu**

U ľudí s diabetom 2. typu pankreas síce produkuje inzulín, no jeho množstvo buď nie je dostatočné alebo sa nedokáže viazať na inzulínové receptory (inzulínová rezistencia). Rozvoj diabete 2. typu môže byť spôsobený dedičnými faktormi, stravou s vysokým obsahom tukov, nadmernou telesnou hmotnosťou a nedostatkom pohybu. Tento typ diabete obvykle vyvoláva kombinácia viacerých rizikových faktorov. Vo väčšine prípadov sa diabetes 2. typu vyskytuje u ľudí starších ako 40 rokov. Alarmujúcou skutočnosťou však je, že v súčasnosti sú touto poruchou postihnutí často mladí ľudia vo veku 20 až 35 rokov a dokonca aj deti. Zdravým životným štýlom možno znížiť riziko vzniku diabete 2. typu.



Štruktúrny model inzulínu.

Ovplyvnené športy

Inzulín je často zneužívaný v spolu s anabolickými steroidmi a rastovými hormónmi v silových športoch. Kým anaboliká a rastové hormóny podporujú rast svalov, inzulín inhibuje ich redukciu. Rastový hormón somatotropín navyše znižuje príjem glukózy do svalových buniek, čo môže byť kompenzované inzulínom.

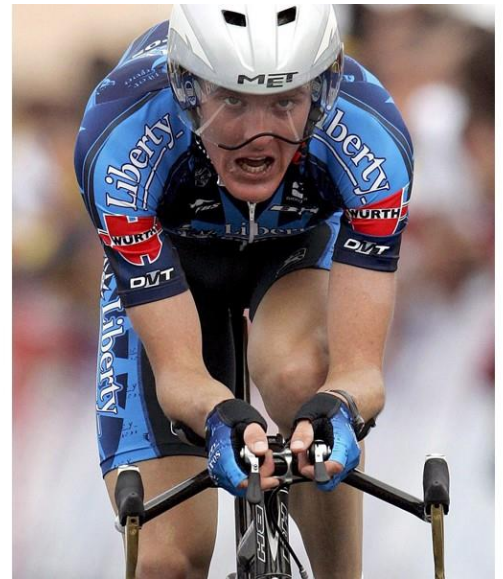
Syntetický inzulín zvyšuje zásoby glykogénu vo svaloch, čo sa prejaví zvýšením aeróbnej vytrvalosti a sily, a preto je jeho zneužívanie pomerne rozšírené aj u vytrvalostných športovcov. Počas pretekov Giro d'Italia v roku 2001 našli policajní vyšetrovatelia inzulínovú striekačku v hotelovej izbe talianskeho profesionálneho cyklistu Marca Pantaniho. Následne dostal osem mesiacov zákazu činnosti.

V rozhovore s nemeckým magazínom DER SPIEGEL v roku 2007 bývalý nemecký cyklista Jörg Jaksche priznal:

"(...) Vo večerných hodinách po etapách [Tour de France 1998] som sa zvyčajne dostal do autobusu a pichol som si. Počas Tour to bolo 2 000 jednotiek [EPO] každý druhý deň, plus rastový hormón na rýchlejšiu regeneráciu a inzulín na rýchlejšiu obnovu sacharidových zásob. Po 10-12 dňoch som s tým prestal. Bolo to príliš riskantné.

SPIEGEL: Cyklisti boli pod dohľadom dvoch lekárov Univerzitného medicínskeho centra Freiburg: Andreas Schmid a Lothar Heinrich. Zaobšarávali vám oni dvaja aj drogy?

Jaksche: "Áno, ale povedali nám: ak chcete niečo brať, vyberte si niečo, čo je efektívne a kontrolovateľné, mali na mysli EPO. Varovali nás, nech si nedávame trochu z toho, trochu z niečoho iného... Chceli nás vzdelávať a pomôcť nám. Heinrich ma pred užívaním inzulínu dokonca varoval, vraj by mi to mohlo spôsobiť cukrovku. S lekármi som sa cítil byť v dobrých rukách.



Jörg Jaksche priznal, že na Tour de France v roku 1998 užíval okrem iných dopingových látok aj inzulín. (Obrázok: Keystone, Olivier Hoslet)

Nežiaduce účinky a následky zneužívania inzulínu

Syntetický inzulín inhibuje uvoľňovanie vlastného inzulínu. Tento efekt sa nazýva "negatívna spätná väzba".

Dopovanie inzulínom môže byť životu nebezpečné! Predávkovanie syntetickým inzulínom spôsobuje búšenie srdca, nepokoj a chvenie. Ak hladina cukru v krvi klesne natoľko, že nervový systém už nie je dostatočne zásobený energiou, môže nasledovať vážne poškodenie mozgu a v najhoršom prípade aj smrť. Ďalšie nebezpečenstvo spojené so zneužívaním inzulínu je riziko vzniku diabetu.

Strava a obsah sacharidov

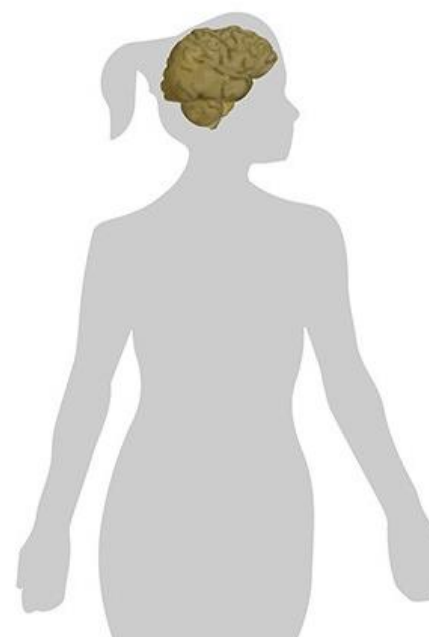
- **Glykemický index**

Glykemický index (GI) je miera indikujúca účinok potravín s obsahom sacharidov (škrob, jednoduchý cukor) na hladinu cukru v krvi. Je to číselná hodnota, ktorá predstavuje efekt týchto potravín na zvýšenie cukru v krvi. Účinok glukózy na zvýšenie hladiny cukru v krvi slúži ako referenčné meradlo (referenčná hodnota = 100).

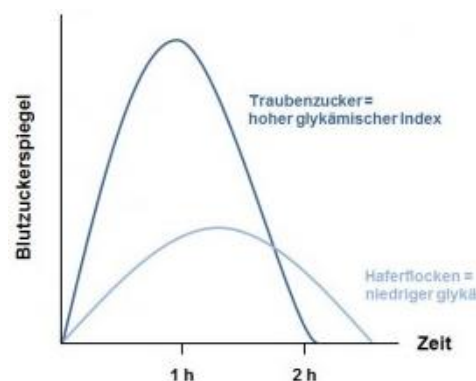
Pred niekoľkými rokmi sa nové dôkazy o GI potravín stretli s veľkým záujmom vo svete športu, pretože sa odhalili zaujímavé detaily o zásobovaní organizmu energiou počas cvičenia. Nedávne štúdie však tieto zistenia nepotvrdili a GI sa už nepovažuje za hlavný faktor v kontexte s fyzickým cvičením. Glykemický index potravín však zostáva platný pre všeobecné dietetické odporúčania, a tiež pre diabetikov.

- **Inzulínový index**

Inzulínový index opisuje účinok rôznych potravín na hladinu inzulínu v krvi. Inzulínový index je podobný glykemickému indexu, ale namiesto merania hladiny glukózy v krvi je založený na súvisiacom zvýšení hladiny inzulínu v krvi. Množstvo potravín, ako sú mäso alebo syr spôsobujú zvýšenie hladiny inzulínu aj keď neobsahujú sacharidy. Niektoré potraviny vedú k sekrécii inzulínu napriek minimálnemu obsahu sacharidov alebo takmer nulovému glykemickému indexu (GI). Nevýhodou inzulínového indexu je, že jeho meranie je časovo i technicky náročnejšie. V praxi sa preto používa len zriedka.



V prípade predávkovania inzulínom už mozog nedostáva dostatočnú energiu a môže dôjsť k jeho závažnému poškodeniu.



GI sa stanoví meraním zvýšenia hladiny cukru v krvi po požití 50 g sacharidov obsiahnutých v príslušnej potravine. (Obrázok: Antidoping Schweiz, 2013)