

ANÀLISI DE LA VARIACIÓ DE LA GLUCÈMIA AL TRIATLÓ SPRINT

AUTOR: Adriana Durán Urbán

TUTOR: Juan Carlos López González

CURS: 2n BATXILLERAT B

CENTRE: Institut El Calamot

POBLACIÓ I DATA: Gavà, 10 de Gener de 2017

0.	INTRODUCCIÓ.....	3
0.1	Motius d'elecció del treball de recerca	3
0.2	Objectius	3
0.3	Metodologia	4
1.	COS DE LA MEMÒRIA	5
1.1	La glucosa.....	5
1.1.1	Els glúcids	5
1.1.2	Funcions de la glucosa a l'organisme.....	7
1.1.3	L'índex glucèmic.....	7
1.1.4	Nivells normals de glucosa en sang.....	8
1.1.5	Òrgans reguladors de la glucosa.....	11
1.1.6	Catabolisme de la glucosa.....	12
1.1.7	Anabolisme de la glucosa	18
1.2	El glicogen.....	19
1.2.1	Què és el glicogen?	19
1.2.2	Com s'obté el glicogen?.....	19
1.2.3	On s'emmagatzema el glicogen?	20
1.2.4	Diabetis i exercici físic.	21
1.3	Principals fonts energètiques a l'organisme	22
1.3.1	Tipus de combustible utilitzats	22
1.3.2	Metabolisme glucídic del múscul	23
1.3.3	Metabolisme lipídic del múscul	24
1.3.4	Vies per obtenir l'ATP.....	25
1.3.4.1	Vies anaeròbiques	25
1.3.4.2	Vies aeròbiques	26
1.4	El triatló sprint.....	27
1.4.1	Què és el triatló?	27
1.4.2	Diferents modalitats del triatló.....	28
1.4.3	Principals qualitats físiques necessàries en un triatló sprint	30
1.4.3.1	Qualitats físiques bàsiques (Q.F.B)	30
1.4.3.2	Qualitats físiques psicomotrius (Q.F.P).....	32

1.5 Aportacions energètiques durant l'exercici	33
1.5.1 Què són els gels energètics?	33
1.5.2 Quina és la seva composició?	34
1.5.3 Quins són els seus efectes?	34
1.5.4 Quan s'han de prendre?	35
1.5.5 Comercialització de gels	35
1.6 Estudi pràctic: Variació de la glucèmia durant la prova del triatló sprint.	36
1.6.1 Organització de la prova	36
1.6.1.1 Lloc i fites de control.....	36
1.6.1.2 Població a estudiar	37
1.6.1.3 Paràmetres a estudiar.....	38
1.6.1.4 Aparells i estris de mesura	38
1.6.1.5 Consideracions metodològiques	41
1.6.2 Descripció dels resultats	42
1.6.3 Anàlisi dels resultats	45
1.6.3.1 Variació del nivell mitjà de la glucosa en sang.....	45
1.6.3.2 Variació de la glucèmia segons el sexe	46
1.6.3.3 Variació de la glucèmia segons l'edat	47
1.6.3.4 Variació de la glucèmia segons el nivell d'entrenament.....	48
1.6.3.5 Variació de la glucèmia segons l'aportació energètica.....	50
1.6.3.6 Variació de la glucèmia segons l'IMC.....	51
1.6.3.7 Variació de la glucèmia segons la despesa calòrica.....	52
2. CONCLUSIONS.....	54
3. BIBLIOGRAFIA I FONTS D'INFORMACIÓ	57
4. ANNEXOS	58
4.1 Annex I: Entrevista	58
4.2 Annex II: Resultats de la prova i dades dels participants.....	61
5. AGRAÏMENTS.....	60

0. INTRODUCCIÓ

0.1 Motius d'elecció del treball de recerca

Em dic Adriana Durán i visc a Gavà. Sempre he estat envoltada pel món de l'esport i sempre n'he practicat algun. Em criden molt l'atenció els temes que tenen a veure amb el nostre organisme: la nutrició, la salut, les malalties..., de fet, quan acabi el batxillerat m'agradaria estudiar medicina o algun grau relacionat amb aquest àmbit.

Els meus pares i el meu germà practiquen triatló i a casa sovint es parlen temes com l'entrenament en dejú, la necessitat de prendre gels energètics en un triatló o les baixades de sucre que es produeixen al llarg d'un triatló.

A l'hora de decidir el tema del meu treball de recerca, vaig pensar en fer un estudi sobre el gluten i l'esport, però la complexitat i l'elevat cost econòmic em van decantar finalment a estudiar l'evolució de la glucèmia al llarg d'un triatló, concretament al triatló sprint.

0.2 Objectius

El primer objectiu del meu treball de recerca és adquirir coneixements bàsics sobre la glucosa com què és, quina funció té en el nostre organisme, com es degrada, com s'emmagatzema, quins són els valors normals de sucre en sang i quines hormones els regulen.

Un altre dels objectius és esbrinar com actua la glucosa davant de l'exercici físic, és a dir, saber si els nivells de sucre en sang augmenten o disminueixen quan l'organisme està sotmès a un esforç físic.

Finalment, l'objectiu principal del meu treball és estudiar la variació dels nivells de glucosa en sang dels atletes durant un triatló de distància sprint, i a partir d'aquí, analitzar com varien aquests nivells de glucèmia en funció de l'edat, el sexe,

l'IMC¹, el nivell d'entrenament, l'aportació energètica, el tram de la prova i la despesa calòrica de cada esportista.

0.3 Metodologia

Per a realitzar aquest treball, he començat explicant els aspectes teòrics bàsics de la glucosa. Posteriorment, he definit què és el triatló, les diferents modalitats que té i quines qualitats físiques i psicomotrius desenvolupen els atletes en un triatló sprint.

En segon lloc, he consultat varies fonts d'informació a la Biblioteca Josep Soler Vidal de Gavà, la Biblioteca de l'INEFC (Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya) i diferents webs especialitzades que m'han ajudat a explicar quines són les principals fonts energètiques a l'organisme, és a dir, quines són les vies per obtenir l'ATP (vies aeròbiques i anaeròbiques).

Finalment, per dur a terme la investigació, he organitzat un triatló sprint on han participat 20 triatletes integrants del Club Rayo Team. En aquest triatló, amb l'ajuda d'uns voluntaris, he hagut de mesurar els nivells de glucosa en sang abans, durant i després de la prova, així com d'altres paràmetres.

Amb els resultats obtinguts, he pogut analitzar la variació de la glucèmia durant un triatló sprint en funció de l'edat, el sexe, l'IMC, el nivell d'entrenament, la despesa calòrica i l'aportació energètica. Amb aquests anàlisis, he extret les conclusions finals del treball comptant amb l'ajuda de Teresa Contreras, llicenciada en Biologia, especialista en bioquímica, genètica i microbiologia i amb experiència en el món de l'esport, concretament al triatló.

¹ L'**IMC** és una xifra que permet avaluar la corpulència d'una persona tot relacionant-ne la seva massa amb la seva talla.

1. COS DE LA MEMÒRIA

1.1 La glucosa

La glucosa és un glúcid (monosacàrid) amb la forma molecular $C_6H_{12}O_6$. Es tracta d'un sucre que es troba en abundància a la natura, en estat lliure o combinat amb altres elements. Aquest compost orgànic és de color blanc, cristal·lí, soluble en l'aigua i es troba principalment a la fruita, la mel, els carbohidrats i a la nostre sang. La principal funció de la glucosa a l'organisme és proporcionar energia mitjançant el procés d'oxidació en el metabolisme. A més de produir energia, també té una funció estructural en polímers² com la cel·lulosa³ o la quitina⁴, i una funció de reserva energètica en polímers com el glicogen o el midó.

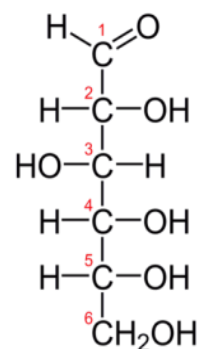


Figura 1: Fórmula molecular de la glucosa. Font gràfica: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Glucosa>

1.1.1 Els glúcids

Els glúcids són biomolècules orgàniques que contenen àtoms de carboni, hidrogen i oxigen. Els podem classificar en: monosacàrids, oligosacàrids, polisacàrids i heteròsids. Tots tenen un grup funcional que pot ser l'aldehid o la cetona. En el cas de la glucosa, trobem el grup aldehid.

- Els monosacàrids són els glúcids més senzills. Són substàncies sòlides, blanques, solubles en l'aigua, sovint amb gust dolç i amb caràcter reductor. No es poden hidrolitzar⁵ en altres glúcids i tenen de 3 a 8 àtoms de carboni. Els principals monosacàrids són la ribosa (i el seu derivat, la desoxiribosa) la glucosa, la galactosa i la fructosa.

² Els **polímers** són macromolècules formades per monòmers units mitjançant enllaços covalents.

³ La **cel·lulosa** és un polímer format per cadenes de glucosa que desenvolupa una funció estructural.

⁴ La **quitina** és un polímer format per molècules de glucosamina.

⁵ La **hidròlisi** d'una molècula és una reacció química entre una molècula d'aigua i una altre molècula, on la molècula d'aigua es divideix i els seus àtoms passen a formar part d'un altre espècie química

- Els oligosacàrids són glúcids formats per la unió de poques molècules de monosacàrids (de 2 a 10). Aquesta unió es fa mitjançant l'enllaç O-glicosídic, que es forma entre el grup –OH d'un monosacàrid i el grup –OH de l'altre monosacàrid. Els més abundants i els més importants pel que fa la biologia són els disacàrids (unió de dos monosacàrids):
 - Maltosa: unió de dues glucoses per l'enllaç α (1→4)
 - Cel·lobiosa: unió de dues glucoses per l'enllaç β (1→4)
 - Lactosa: unió de galactosa i glucosa per l'enllaç β (1→4)
 - Sacarosa: unió de glucosa i fructosa per l'enllaç α (1→2)

- Els polisacàrids són glúcids compostos per molts monosacàrids (de vegades milers) units mitjançant l'enllaç O-glicosídic. Tenen un pes molecular molt elevat, no tenen gust dolç, no són solubles a l'aigua, no tenen caràcter reductor i fan funcions de reserva energètica i estructural. Els més abundants són:
 - El midó és principal glúcid de reserva en els vegetals. Està format per la unió de moltes molècules de glucosa.
 - El glicogen és el principal glúcid de reserva en els teixits animals. Està format per llargues cadenes de molècules de glucosa.
 - La cel·lulosa es desenvolupa una funció estructural. Està format per milers de molècules de glucosa.
 - La quitina està formada per molècules de glucosamina.

- Els heteròsids són glúcids formats per monosacàrids i altres molècules no glucídiques (aglicona), les quals poden ser lípids (glucolípid), les proteïnes (glucoproteïnes), les bases nitrogenades, etc.

1.1.2 Funcions de la glucosa a l'organisme

La principal funció de la glucosa en l'organisme és proporcionar energia a les cèl·lules per dur a terme tots els processos necessaris com ara la digestió, la reparació de teixits, la multiplicació de les cèl·lules... Una sola molècula de glucosa es capaç de produir 38 molècules d'ATP⁶ a través d'un conjunt de processos catabòlics⁷.

Una altre funció de la glucosa és proporcionar energia al cervell i als músculs.

El cervell és un gran consumidor de la glucosa que obtenim, ja que consumeix un 25% de la que tenim durant un dia. Això és degut a que té una alta activitat cel·lular i requereix molta energia. La glucosa és l'únic sucre que alimenta el cervell, i aquest la pot obtenir dels aliments rics en carbohidrats que ingerim o bé de les reserves de glicogen que tenim al fetge.

La glucosa també proporciona energia als músculs, ja que són els principals encarregats de dur a terme tots els moviments que realitzem, per tant estan constantment requerint energia. A més a més, el cor també és un múscul que treballa sense parar i requereix una quantitat d'energia.

1.1.3 L'índex glucèmic

Els nostres nivells de sucre en sang pugen i baixen durant tot el dia depenent dels aliments ingerits i de l'activitat física realitzada. Quan ingerim aliments rics en carbohidrats, per exemple: fruites, entrepans, begudes ensucrades... el nostre nivell de glucosa en sang s'eleva a mida que s'assimilen aquests glúcids. Els sucres dels aliments s'assimilen més ràpids o més lents en funció del tipus de

⁶ **L'ATP** és (adenosina-5-trifosfat) nucleòtid multifuncional que és considerat com la "moneda molecular" de transferència energètica.

⁷ Els **processos catabòlics** són aquells que formen part del metabolisme. Consisteixen en la transformació de molècules complexes a molècules senzilles amb despreniment d'energia.

nutrient⁸ que els componen, de la quantitat de fibra que contenen i dels aliments presents a l'estómac i a l'intestí prim durant la digestió.

Per valorar aquests aspectes digestius, s'utilitza l'índex glucèmic (IG). L'índex glucèmic és una mesura dels efectes dels hidrats de carboni o glúcids en el nivell de sucres a la sang.

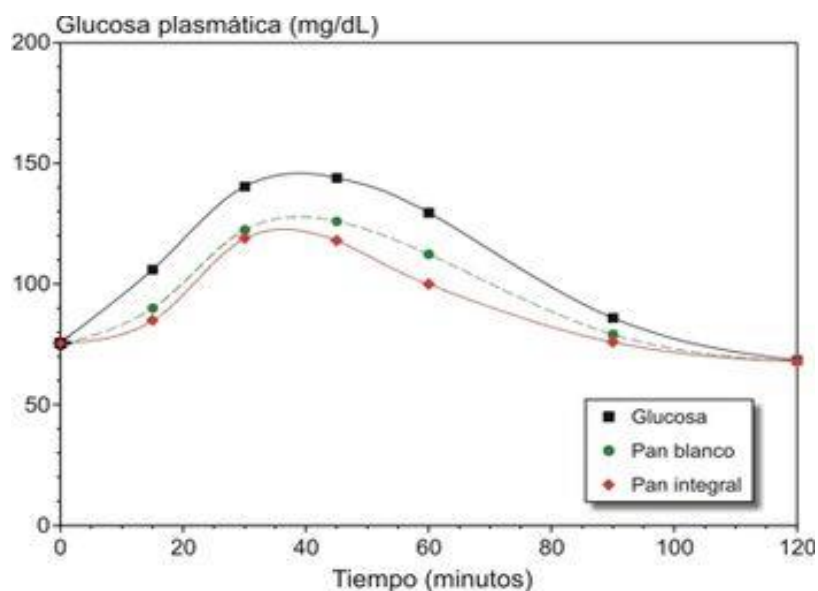


Figura 2: Corba de l'índex glucèmic del pa blanc i l'integral. Font gràfica: https://ca.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndex_gluc%C3%A8mic

1.1.4 Nivells normals de glucosa en sang

Els nivells de glucosa en sang es mesuren en mg/dl. Hi ha tres formes de mesurar-los:

- Amb un examen d'orina.
- Amb una punció del dit i mitjançant un glucòmetre.
- Amb un anàlisi sanguini en dejú

⁸ **Tipus de nutrients:** Hidrats de carboni o glúcids, proteïnes, greixos o lípids i vitamines i minerals.



Figura 3: exemple de mesura de glucèmia mitjançant un glucòmetre. Font gràfica: Adriana Durán.

Els barems normals de glucosa en sang són de 70mg/dl a 100mg/dl en dejú. Quan els nivells es troben de 100mg/dl a 125mg/dl significa que hi ha una glucosa alterada en dejú, és a dir, que s'ha ingerit aliment. Quan els nivells de glucosa no entren en aquets barems, un pacient pot patir d'hipoglucèmia o d'hiperglucèmia.

La hipoglucèmia es produeix quan els nivells de sucre són inferiors a 70mg/dl. Les causes de la hipoglucèmia poden ser:

- En el cas dels diabètics, pot ser una dosi d'insulina incorrecta, és a dir, administrar una major dosi d'insulina de la que es necessita.
- Ingerir menys hidrats de carboni del que és habitual, retardar en excés l'horari d'un menjar o ometre un àpat.
- Un excés d'activitat física no programada.
- Malaltia amb vòmits o diarrea.

Els símptomes de la hipoglucèmia solen ser debilitat o cansament, pal·lidesa, mareigs, fam intensa i adormiment.

Per tractar la hipoglucèmia el primer que s'ha de fer és un control de glucosa en sang. Si surt inferior a 70mg/dl primer hem d'ingerir hidrats de carboni d'acció ràpida. Després, tornàriem a fer un control de glucosa en sang. Si tornés a sortir inferior a 70mg/dl, hauríem de tornar a ingerir hidrats de carboni d'acció ràpida. Si

sortís superior a 70mg/dl, hauríem d'ingerir hidrats de carboni d'acció lenta si faltés més d'1 hora pel següent àpat.

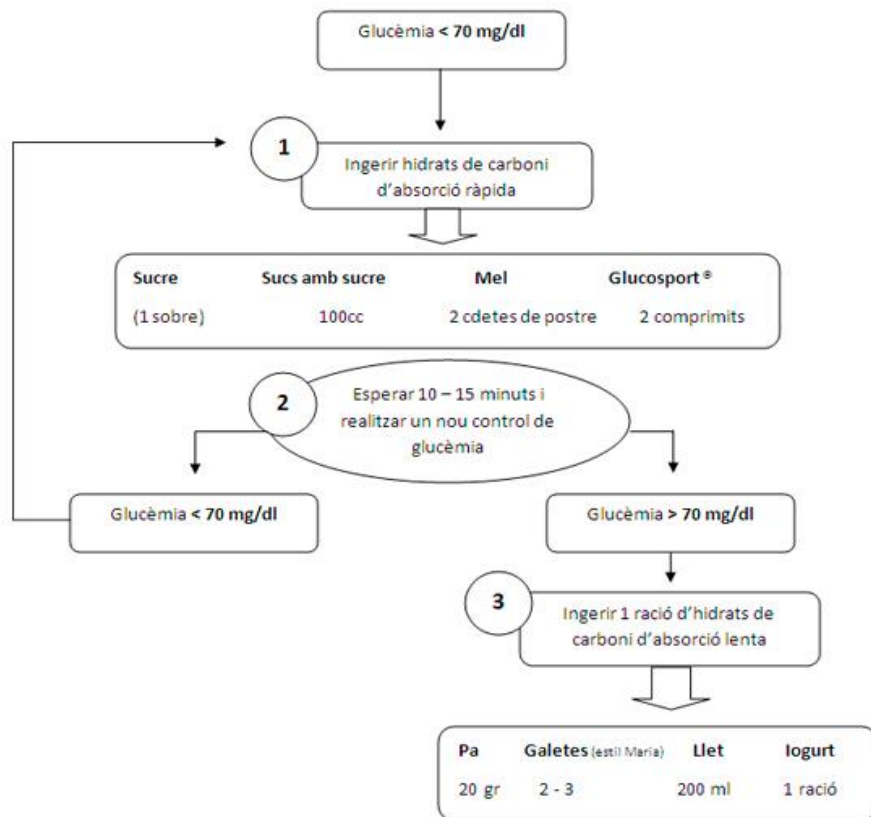


Figura 4: Com tractar la hipoglucèmia. Font gràfica: <http://www.diabetes-cidi.org/ca/diabetes-tipo-1/debut/tractament-hipoglucemia>

La hiperglucèmia es produeix quan els nivells de sucre són superiors a 150mg/dl. Les causes de la hiperglucèmia poden ser:

- En el cas dels diabètics, administrar una quantitat d'insulina inferior a la que es necessita
- Ingerir més quantitat d'hidrats de carboni que el que s'ha recomanat en el pla d'alimentació.
- Realitzar menys activitat física de l'habitual.
- Malaltia intercurrent (infeccions: faringitis, amigdalitis, grip).

Els símptomes de la hiperglucèmia solen ser nàusees i vòmits, visió borrosa, deshidratació, cansament i pèrdua de pes.

Per tractar la hiperglucèmia el primer que s'ha de fer és fer un control de glucosa en sang, igual que en la hipoglucèmia. Si aquest surt superior a 150 mg/dl es requereix una injecció d'insulina d'acció ràpida.

1.1.5 Òrgans reguladors de la glucosa

Els principals òrgans relacionats amb la regulació dels nivells de glucosa en sang són el pàncrees i el fetge.

El pàncrees és el principal òrgan que regula els nivells de glucosa en el nostre cos. És un òrgan glandular situat a la cavitat abdominal que té dues funcions:

La funció exocrina conté unes cèl·lules exocrines encarregades de sintetitzar enzims que ajuden a digerir els aliments, i posteriorment, passar-los a l'intestí prim. En la funció endocrina, el pàncrees segrega diverses hormones encarregades del control metabòlic. Les principals hormones són la insulina i el glucagó.

La *insulina* és una hormona d'origen proteic produïda per grups de cèl·lules especialitzades anomenades cèl·lules beta, situades als illots de Langerhans⁹. Aquesta hormona exerceix efectes en el transport dels metabòlits¹⁰: la seva funció és ajudar a la glucosa a entrar a les cèl·lules del cos. Quan la glucosa no pot entrar dins les cèl·lules s'acumula a la sang i augmenta el nivell de glucèmia en sang, per això la insulina serveix per disminuir aquests valors de sucre a la sang. La insulina es segrega amb rapidesa davant de l'increment de la glucèmia. Malgrat això, quan els valors de glucosa tornen a ser normals, la quantitat d'insulina també descendeix.

El *glucagó* és una hormona la funció de la qual consisteix en ajudar a mantenir un nivell normal de sucre en sang. Mentre que la insulina disminueix els valors de glucosa en sang, el glucagó els eleva estimulants la degradació del glicogen. En

⁹ Els **illots de Langerhans** són les zones on es localitzen les cèl·lules beta.

¹⁰ Un **metabòlit** és qualsevol molècula utilitzada o produïda en les reaccions metabòliques.

aquesta degradació, el glicogen és transformat en glucosa, ja que el glicogen està format per moltes molècules de glucosa unides.

El fetge és un òrgan glandular annexat a l'intestí. La seva funció és mantenir la quantitat de nutrients adequats a la sang per poder ser utilitzats al cervell i als músculs. Quan hi ha uns nivells de sucre elevats, una de la principal funció del fetge és emmagatzemar la glucosa excedent transformant-la en glicogen. Quan els nivells de sucre disminueixen, en canvi, el fetge expulsa el glicogen en forma de glucosa cap a la sang. El fetge també té altres funcions com la degradació dels triacilglicèrids o dels aminoàcids.

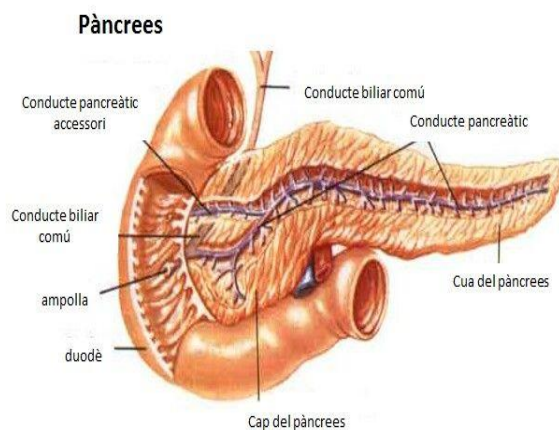


Figura 5: El pàncrees. Font gràfica:
<https://es.pinterest.com/pin/537406168011581685/>

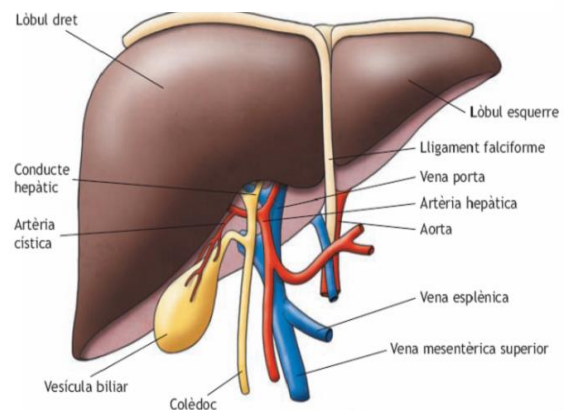


Figura 6: El fetge. Font gràfica:
http://ioc.xtec.cat/materials/FP/Materials/1601_CAI/CAI_1601_C04/web/html/WebContent/u3/a2/activitats.html

1.1.6 Catabolisme de la glucosa

Les reaccions catabòliques consisteixen en la degradació de molècules complexes a molècules més senzilles per un procés d'oxidació que comporta una pèrdua d'electrons i un despreniment d'energia. Tota aquesta energia alliberada s'emmagatzema en forma d'ATP.

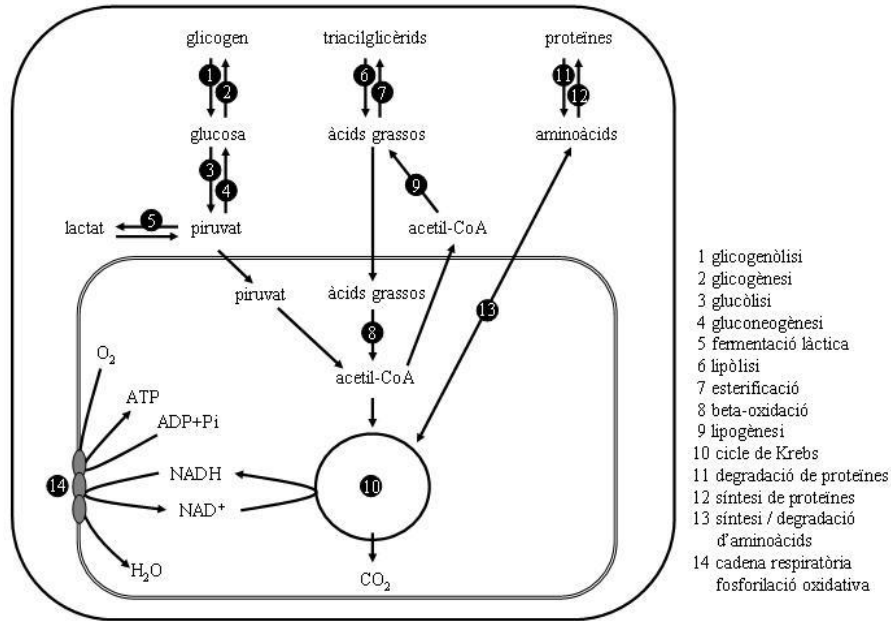


Figura 7: Esquema general del metabolisme. Font gràfica: <http://aulatres.wikispaces.com/Vies+metab%C3%B2liques>

La glucosa, segons el procés de degradació, pot fer catabolisme per respiració o per fermentació.

En la *respiració*, la degradació de les molècules és total, per això al final del procés s'obtenen molècules inorgàniques. Això implica que per respiració les cèl·lules obtindran una bona quantitat d'energia. La molècula que es redueix capta els electrons. Quan l'acceptor final dels electrons és l'oxigen, pertany a la respiració aeròbica, i quan l'acceptor final és una altre molècula, per exemple l'àcid làctic, pertany a la respiració anaeròbica.

La respiració aeròbica de la glucosa comprèn 6 etapes:

a. *Obtenció de la glucosa:*

Els organismes heteròtrofs obtenim la glucosa dels aliments: polisacàrids o disacàrids que per hidròlisi donen glucosa. O també l'obtenim de polisacàrids de reserva: el glicogen del múscul i del fetge es transforma en glucosa.

b. *Glicòlisi:*

La glicòlisi és dona en el citoplasma i es desenvolupa en condicions anaeròbiques, ja que no necessita la presència d'oxigen. El procés consisteix en el pas de la glucosa a l'àcid pirúvic. La glicòlisi té dues fases:

En la primera fase hi ha una despesa energètica de 2 ATP i per cada molècula de glucosa es formen dues molècules de 3-fosfogliceraldehid. En la segona fase, cada una d'aquestes molècules es transforma en àcid pirúvic mitjanant una seqüència de reaccions. En aquesta fase de la glicòlisi es formen 4 molècules d'ATP, per tant, el balanç total de la glucòlisi són 4 ATP formats menys 2 ATP gastats, és a dir, que s'obtenen 2 molècules d'ATP.

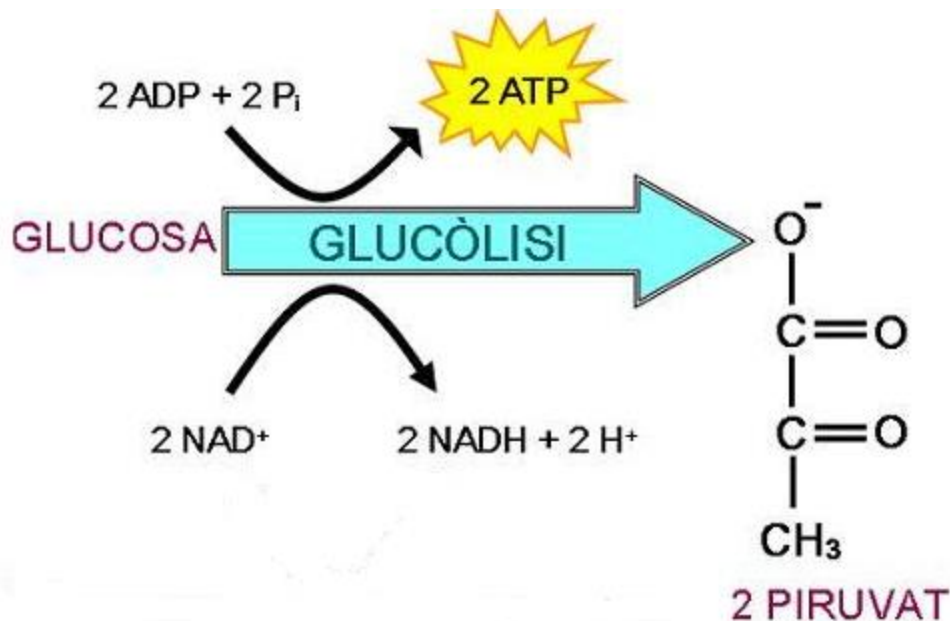


Figura 8: Esquema general de la glicòlisi. Font gràfica: http://www.wikiwand.com/ca/Acidosi_l%C3%A0ctica

c. *Pas de l'àcid pirúvic a l'acetil-CoA:*

Les molècules d'àcid pirúvic produïdes en la glucòlisi entren dins del mitocondri. En aquest procés, pateixen una descarboxilació¹¹ i es converteixen

¹¹ La **descarboxilació** és una reacció química en la qual un grup carboxil és eliminat d'un compost químic en forma de diòxid de carboni. (CO₂)

en acetil CoA, una molècula de dos carbonis que iniciarà el cicle de krebs. Durant la reacció, s'obté una molècula de NADH per cada àcid pirúvic.

d. *Cicle de krebs:*

El cicle de krebs consisteix en una sèrie de reaccions cícliques que es produeixen a la matriu mitocondrial. En aquest cicle, l'acetil CoA s'uneix a un compost de 4 carbonis anomenat àcid oxoalacètic, que es tornarà a regenerar al final del cicle. Per cada molècula de glucosa es donen dues voltes al cicle, ja que hi ha dos molècules d'àcid pirúvic, per tant 2 acetil CoA. Per cada volta del cicle de krebs es formen 2 CO₂, 3 NADH, 1 FADH₂¹² 1 GTP¹³

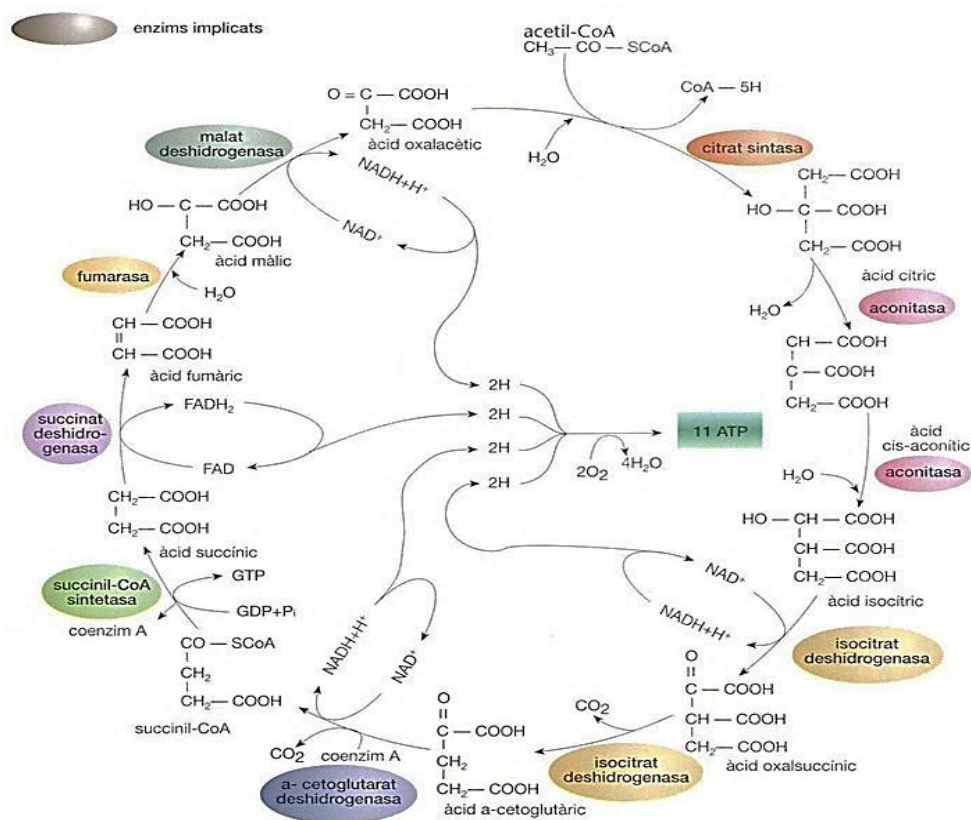


Figura 8: Cicle de krebs. Font gràfica: <http://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0035988.xml>

¹² El FADH₂ és un coenzim que intervé en les reaccions metabòliques d'oxidació-reducció. Proporciona energia equivalent a 2 ATP.

¹³ El GTP (trifosfat de guanosina) és un nucleòtid que s'utilitza en el metabolisme cel·lular juntament amb l'ATP. El valor d'energia de cada molècula de GTP equival a la d'una ATP.

e. Cadena respiratòria:

La cadena respiratòria es produeix a la membrana mitocondrial interna i s'inicia amb la dissociació dels àtoms de H_2 en protons i electrons. Aquests electrons, passen a través de la cadena transportadora d'electrons des dels coenzims reduïts (NADH i $FADH_2$) fins l'oxigen, que és l'acceptor final. Els coenzims tornen a la seva forma oxidada i poden tornar a participar a la glicòlisi i al cicle de krebs.

El pas d'electrons a través dels transportadors d'electrons de potencial redox creixent, provoca un despreniment d'energia que s'utilitza per transportar protons H^+ de la matriu a l'espai intermembranós.

Quan l'oxigen rep electrons, exactament 2, juntament amb protons es transforma en aigua.

f. Fosforilació oxidativa:

La fosforilació oxidativa es produeix a la membrana mitocondrial interna i és la formació d'ATP a partir de l'energia que s'allibera quan els electrons que es mouen a través de la cadena respiratòria passen a nivells energètics inferiors. Per cada NADH s'obtenen 3 molècules d'ATP i per cada $FADH_2$ s'obtenen 2 molècules d'ATP.

Segons la hipòtesi quimiosmòtica de Mitchell¹⁴, quan els electrons cauen a un nivell inferior de la cadena transportadora d'electrons, l'energia alliberada s'utilitza per bombejar els protons a l'espai intermembranós. Allà es concentra una gran quantitat de protons respecte de la matriu. Això comporta una forma d'energia potencial que s'aprofita per generar ATP quan els protons passen a la matriu a través d'un complex enzimàtic anomenat ATP sintetasa.

¹⁴ **Peter Dennis Mitchell** va ser un bioquímic anglès guardonat amb el premi nobel de química l'any 1978.

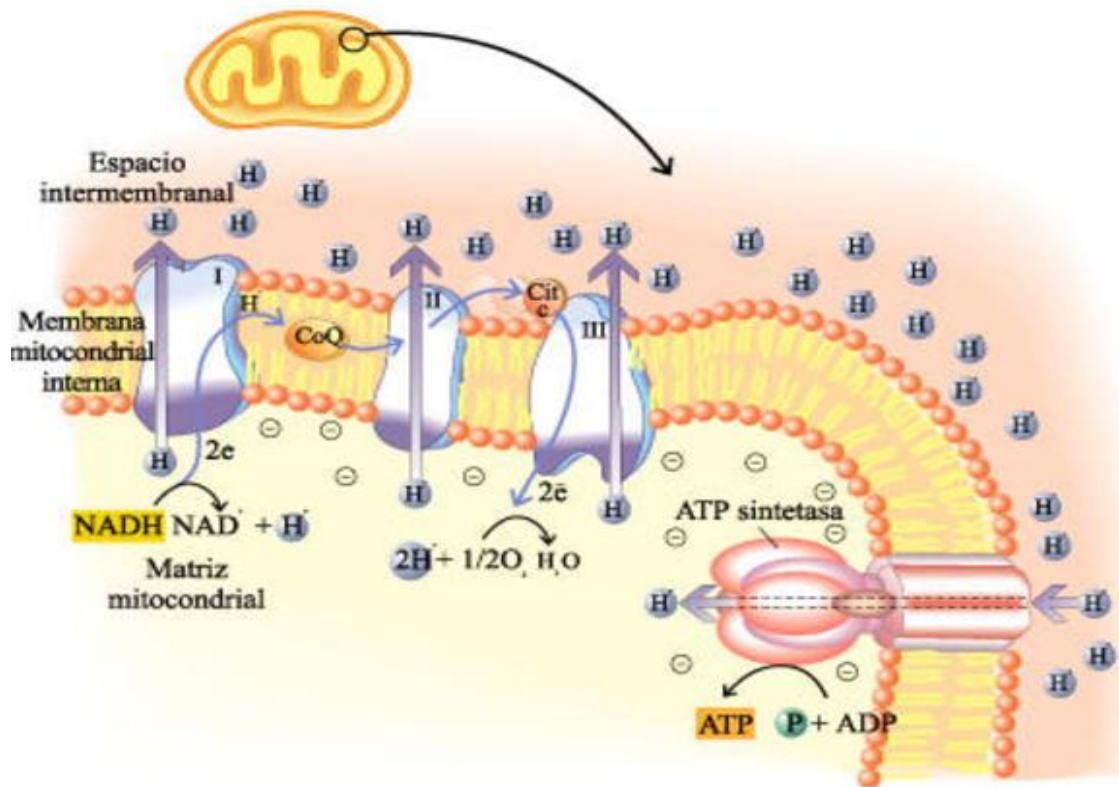


Figura 9: Cadena respiratòria -fosforilació oxidativa. Font gràfica: <http://biorigel.blogspot.com.es/2010/07/fosforilacion-oxidativa-y-sintesis-de.html>

El rendiment energètic del catabolisme per respiració aeròbica de la glucosa és de 38 ATP.

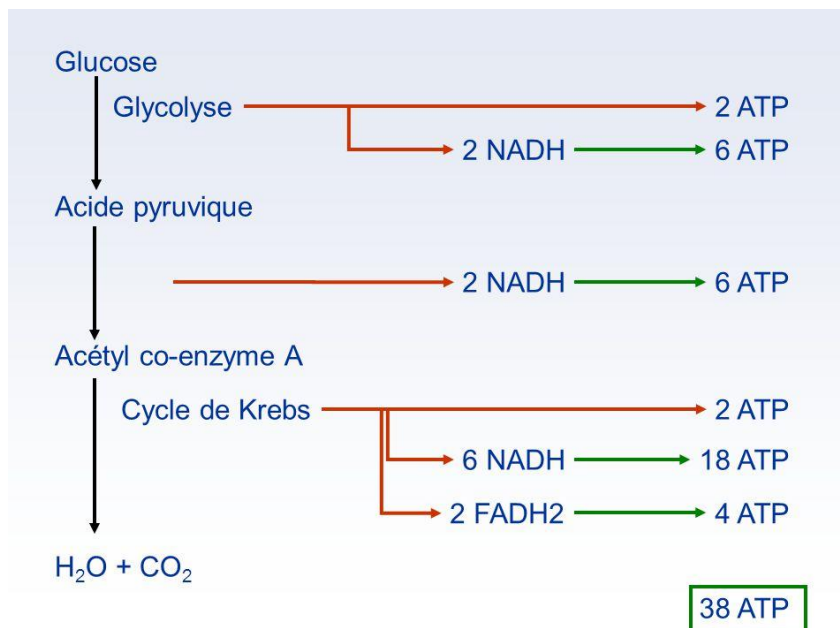


Figura 10: Balanç total de la respiració aeròbica de la glucosa. Font gràfica: <http://slideplayer.fr/slide/3472549/>

La *fermentació* és un procés anaeròbic on la degradació de les molècules és parcial. Al final del procés s'obtenen molècules orgàniques que encara tenen energia. Això implica que se'n traurà poca energia del procés.

La fermentació comprèn la glicòlisi i la fermentació pròpiament en la qual l'àcid pirúvic es transforma en una substància orgànica (etanol, àcid làctic) que s'excreta al medi. Només es produeixen 2 molècules d'ATP, les de la glicòlisi, ja que no hi ha cadena transportadora d'electrons. Hi ha diversos tipus de fermentacions, segons quina sigui la naturalesa del producte final; les més importants són la fermentació làctica i l'alcohòlica.

En la *fermentació làctica* el producte final és l'àcid làctic, ja que és l'acceptor final dels electrons. La fan els bacteris del gènere *Lactobacillus*¹⁵.

En la *fermentació alcohòlica*: el producte final és l'etanol, ja que és l'acceptor final dels electrons. La fan els bacteris del gènere *Saccharomyces*¹⁶.

1.1.7 Anabolisme de la glucosa

Les reaccions anabòliques consisteixen en la síntesi de molècules complexes a partir de senzilles amb un consum d'energia. L'anabolisme de la glucosa o dels glúcids està constituït per dues fases, la gluconeogènesi i la glicogènesi.

La *gluconeogènesi* és la formació de glucosa a partir de l'àcid pirúvic. Aquest àcid pirúvic es pot obtenir a partir de l'àcid làctic, la glicerina¹⁷ o els aminoàcids¹⁸. En els animals, no es pot obtenir glucosa a partir dels àcids grassos perquè no tenen l'enzim que transforma l'acetil CoA en àcid pirúvic, en canvi els vegetals si que poden. Aquest procés té lloc al fetge i consumeix 6 ATP.

¹⁵ Els ***lactobacillus*** són un gènere d'eubacteris anaerobis facultatius que converteixen la lactosa i altres monosacàrids en àcid làctic.

¹⁶ El gènere ***Saccharomyces*** inclou molts tipus diferents de llevat i forma part del regne dels fongs.

¹⁷ La ***glicerina*** és un alcohol amb tres grups hidroxils que intervé en la degradació digestiva dels lípids.

¹⁸ Un ***aminoàcid*** és una molècula orgànica amb un grup amino i un grup carboxil que normalment formen part de les proteïnes.

La *glicogènesi* és la síntesi de glicogen a partir de la glucosa i té lloc principalment al fetge i als músculs.

1.2 El glicogen

1.2.1 Què és el glicogen?

El glucogen o glicogen ($C_{24}H_{42}O_{21}$) és un polisacàrid de reserva energètica en els teixits animals. Està format per cadenes ramificades de glucosa i és insoluble en l'aigua. El glicogen participa en els processos catabòlics de l'organisme, ja que és la molècula que es degrada en forma de glucosa a través de la glicogenòlisi¹⁹.

Les funcions principals del glicogen són:

- Emmagatzemar l'excés de glucosa en el nostre organisme en forma d'energia per ser utilitzat en períodes on no hi ha glucosa suficient, per exemple, en la pràctica d'exercici físic.
- Produir energia al múscul per a situacions que requereixen una ràpida i intensa activitat muscular.
- Regular el nivells de glucosa en sang, ja que quan aquests es troben baixos, els dipòsits de glicogen s'alliberen al torrent sanguini degradant-se en forma de glucosa, procés anomenat gluconeogènesis.

1.2.2 Com s'obté el glicogen?

L'energia que necessita el nostre cos prové dels aliments (hidrats de carboni principalment). Aquests hidrats de carboni són transformats en glucosa, que és la font d'energia en el nostre organisme. Quan el nostre cos ja no necessita energia, l'excés de glucosa que hi ha en el organisme és transformat en glucogen per ser emmagatzemat.

¹⁹ La *glicogenòlisi* és la degradació del glicogen en glucosa

Aquest procés el duen a terme el fetge i els músculs i s'anomena glucogènesis, que es defineix com una reacció anabòlica que permet l'empaquetament de moltes molècules de glucosa en una molècula més complexa: el glicogen.

1.2.3 On s'emmagatzema el glicogen?

Els principals llocs d'emmagatzemament del glicogen són el fetge i els músculs. Es pot emmagatzemar fins a 100g de glicogen al fetge i uns 200g als músculs. Quan se sobrepassen aquests límits, la glucosa ja no pot ser emmagatzemada en forma de glicogen, llavors es transforma en greix i s'acumula al teixit adipós²⁰ com a reserva energètica de llarg termini. El glicogen emmagatzemat reté molta aigua i es manté inflat. Llavors, al consumir el glicogen es perd també l'aigua que retenia, per això es té la sensació d'haver perdut pes, però l'aigua es torna a recuperar ràpidament en quan mengem.

Quan es produeixen les contraccions musculars al múscul, el glicogen emmagatzemat és ràpidament utilitzat, però quan comença l'activitat muscular, s'allibera epinefrina, que és la hormona encarregada d'estimular la glucogenòlisi. Com a resultat d'això, s'obté la glucosa, que farà la glucòlisi, es transformarà en àcid pirúvic, entrarà al cicle de krebs i finalment farà la respiració aeròbica cel·lular, d'on s'obtindrà ATP.

Entre el fetge i els músculs es produeix un cicle que ajuda a les cèl·lules musculars a obtenir energia. En aquest cicle, anomenat cicle de Cori, la glucosa que allibera el fetge a la sang, és utilitzada per alimentar les cèl·lules musculars del múscul. Quan es realitza un treball muscular anaeròbic, es produeix una quantitat de lactat que és alliberat a la sang per ser portat al fetge. Quan aquest arriba al fetge, es produeix la gluconeogènesi i s'obté novament glucosa. Aquesta glucosa és enviada a la sang i és utilitzada un altre cop pels músculs.

²⁰ El **teixit adipós** és un conjunt heterogeni de teixits connectius propi dels animals vertebrats on s'hi emmagatzema l'excedent energètic en triacilglicèrids (lípid).

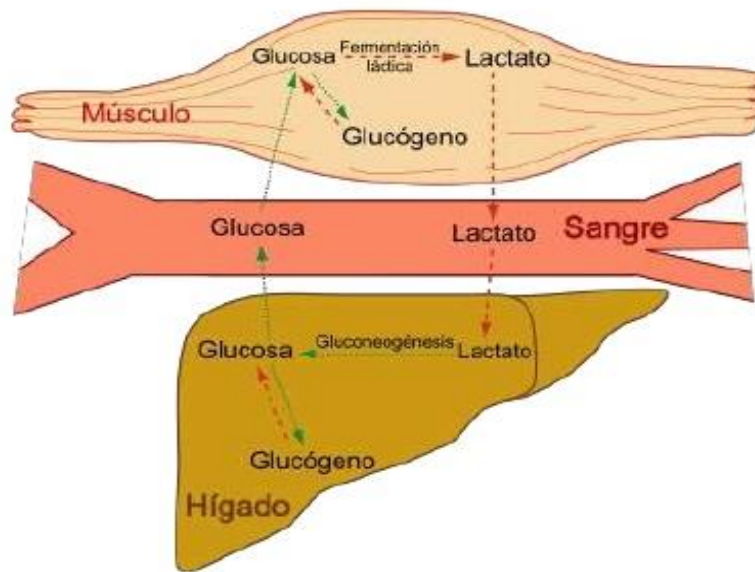


Figura 11: Cicle de Cori. Font gràfica:
https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_Cori

1.2.4 Diabetis i exercici físic.

La diabetis és un síndrome de metabolisme alterat que provoca un nivell de glucosa en sang anormalment elevat. Els nivells de glucosa en sang són controlats per diverses substàncies segregades pel pàncrees, principalment la insulina, per tant, les persones diabètiques tenen defectes en la secreció d'aquestes hormones. Hi ha diversos tipus de diabetis però les principals són:

- Diabetis tipus 1, dita també juvenil o insulíndependent. Aquest tipus de diabetis apareix a les persones menors de 30 anys aproximadament. En aquests casos, la manca d'insulina acostuma a ser severa, per tant cal administrar la insulina injectada.
- Diabetis tipus 2, dita també de l'adult o no insulíndependent. Aquest tipus de diabetis apareix normalment a persones majors de 40 anys i la causa va normalment lligada a l'obesitat i l'estil de vida.

En la regulació glucèmica al llarg de l'exercici físic, un dels factors més determinants és la quantitat d'insulina circulant en el moment en què es realitza l'exercici físic. Si l'exercici es realitza sota una correcta dosificació d'insulina, el resultat seria similar al de la persona no diabètica. En aquestes condicions, i quan l'exercici és moderat, la quantitat de glucosa produïda per l'organisme seria igual a la quantitat de glucosa consumida per l'activitat muscular.

D'altra banda, es deu evitar la pràctica d'exercici físic en situacions de dèficit important d'insulina, ja que en aquesta situació, la resposta a l'exercici pot produir una greu descompensació hiperglucèmica amb cetosis.²¹

Els diabètics tenen valors menors de $VO_{2m\grave{a}x}$ ²² que els individus sans de la mateixa edat, per tant el sedentarisme contribueix al desenvolupament de la malaltia. A més a més, estudis científics han demostrat que la pràctica d'exercici físic regular retarda l'aparició de la patologia a persones amb un risc elevat de desenvolupar-la.

1.3 Principals fonts energètiques a l'organisme

1.3.1 Tipus de combustible utilitzats

El tipus de combustible utilitzats durant l'exercici són principalment els glúcids i els lípids. 1g de glúcids = 4kcal. 1g de lípids= 9,5 kcal.

Les proteïnes també ens poden aportar energia, encara que no són la seva funció principal, ja que la seva principal funció és estructural. La seva aportació energètica és de 4kcal/g.

²¹ La **cetosis** és un estat de l'organisme que es produeix quan aquest no té suficients hidrats de carboni per produir energia i comença a utilitzar lípids per a obtenir ATP.

²² El **VO₂ màxim** és la quantitat d'oxigen que l'organisme pot absorbir i transportar per unitat de temps; és a dir, el màxim volum genèric en sang que el nostre organisme pot transportar i metabolitzar. És la manera més eficaç de mesurar la capacitat aeròbica..

1.3.2 Metabolisme glucídic del múscul

La glucosa oxidada pel múscul, prové de la degradació de les reserves de glicogen i de la incorporació de la glucosa a la sang.

La glucosa oxidada durant exercicis anaeròbics, proporciona com a producte final dues molècules d'àcid làctic i un únic rendiment energètic de 2 ATP.

La glucosa oxidada durant exercicis aeròbics, s'oxida a través del acetil-CoA, el cicle de krebs, la cadena respiratòria i la fosforilació oxidativa. Per aquesta via, proporciona com a producte final CO_2 , H_2O i 38 ATP.

Exercicis anaeròbics: Glucosa \rightarrow 2 lactat + 2 ATP

Exercicis aeròbics: Glucosa + $6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + 38 \text{ATP}$

Si l'exercici és suficientment llarg, les reserves de glicogen van disminuint progressivament fins el seu esgotament. No obstant això, aquest esgotament no suposa la suspensió de la capacitat contràctil de la fibra muscular, perquè el múscul pot obtenir l'ATP d'un altre origen, o sinó utilitzant els FFA²³ plasmàtics.

Els canvis que pateixen els valors de glucèmia durant l'exercici depenen del balanç entre l'alliberació hepàtica de la glucosa i la captura d'aquesta pel múscul en l'activitat. En les primeres fases de l'exercici, les modificacions de la glucèmia son molt variables, amb augments importants o hipoglucèmies. Quan es produeix una hiperglucèmia durant l'exercici és pel fet de que l'alliberació hepàtica de la glucosa supera a la seva captura muscular.

²³ **FFA**: àcids grassos lliures en terminología anglosaxona

1.3.3 Metabolisme lipídic del múscul

Els lípids s'emmagatzemen a l'organisme en el teixit adipós en forma de triacilglicèrids. Per acció de lipases específiques s'alliberen els àcids grassos lliures (FFA) a la sang.

Aquests àcids grassos segueixen un doble destí: o bé són utilitzats per la cèl·lula per obtenir energia a través de la beta-oxidació, o bé són resintetitzats en l'hepatòcit, novament a triacilglicèrids o fosfolípids.

Pel procés de la beta-oxidació, el mitocondri es capaç d'obtenir energia a partir dels àcids grassos. En cada volta del cicle de la beta-oxidació, es separa de la cadena de l'àcid gras una peça de dos carbonis (Acetil-CoA), que ingressa al cicle de krebs per a la seva transformació final. El rendiment energètic de l'oxidació dels àcids grassos és superior al de la glucosa, però el procés és molt més lent.

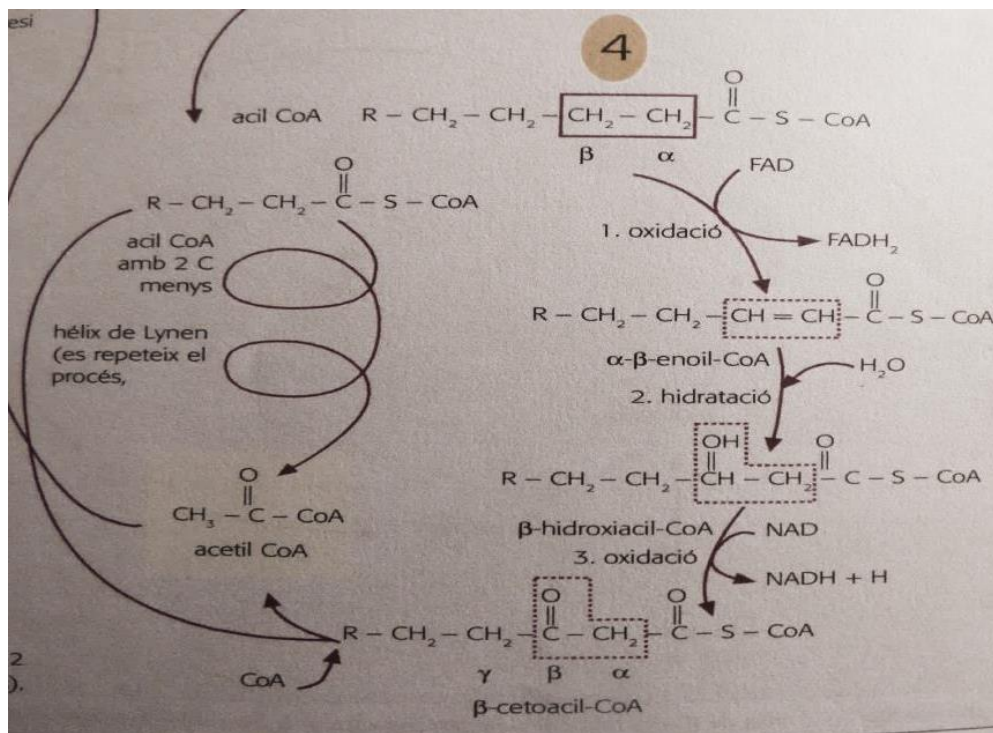


Figura 12: Hèlix de Lynnen o beta oxidació. Font gràfica: MATILDE ARIAS, JORDI BARRACHINA, M. CARMEN CLOSAS, RAMÓN FERRER. "Biología 2". 2n de BATXILLERAT, editorial Castellnou.

Des de fa relativament poc, s'ha conegut la importància dels lípids en el metabolisme del múscul durant l'exercici. Això és degut a què les reserves de glucosa sanguínies i de glicogen són limitades, per tant quan aquestes manquen, els lípids tenen una gran importància energètica.

Els FFA circulants són font d'energia essencial per a la fibra muscular, ja que proveeixen en repòs el 85% del total de la demanda energètica de la fibra, contribuint la glucosa només amb el 15%. Malgrat això, aquests percentatges canvien amb l'entrada del múscul en activitat.

Encara que en la majoria d'exercicis la fibra muscular deu dependre de l'aportació exògena de FFA, es probable que en determinats tipus d'exercici les reserves intramusculars de lípids desenvolupin una funció essencial. No obstant, la seva funció bàsica és en general subsidiària²⁴, encara que siguin decisives en els primers instants de l'exercici en els que el múscul encara no pot disposar dels FFA arribats per la via sanguínia.

1.3.4 Vies per obtenir l'ATP

L'ATP és una molècula que en trencar-se, produeix energia. Aquest procés de trencar-se s'anomena hidròlisi de l'ATP. L'energia produïda s'utilitza en els processos fisiològics com la contracció muscular. Les dues vies que utilitzem per obtenir l'ATP són les vies anaeròbiques i les aeròbiques.

1.3.4.1 Vies anaeròbiques

Les vies anaeròbiques s'utilitzen quan el múscul se sotmet a esforços de curta durada i molt intensos on hi ha un dèficit d'oxigen. Hi ha dos tipus de vies anaeròbiques:

²⁴ Que una funció sigui **subsidiària** indica que serveix per reforçar lo principal, és a dir, de complement.

En la *via anaeròbica alàctica* l'ATP s'obté de la fosfocreatina²⁵. El procés de degradació d'aquesta substància en ATP s'anomena transfosforilació i permet obtenir ATP durant més temps (20 segons). Malgrat això, la intensitat de treball que permet assolir és menor que la que permet la degradació directa de l'ATP.

En la *via anaeròbica làctica* s'utilitza la glucosa que es troba en el múscul i la que arriba a través de la sang. Les reserves de glicogen muscular fan la glucogenòlisi i donen molècules de glucosa. Després, a partir de la glucòlisi anaeròbica làctica, una molècula de glucosa produeix 2 ATP i àcid làctic, que permeten obtenir energia durant 2 minuts aproximadament. Quan l'àcid làctic s'acumula, produeix fatiga muscular

1.3.4.2 Vies aeròbiques

La via aeròbica es produeix quan hi ha un superàvit d'oxigen. En un primer moment, l'ATP s'obté de l'oxidació de la glucosa i, més tard, de les reserves lipídiques (greixos). S'utilitza quan el múscul se sotmet a esforços de llarga durada. S'activa a partir d'un minut d'exercici i cada cop aporta més energia. Als 90 minuts d'exercici aproximadament, les reserves de glucosa s'han esgotat i comença l'activació dels greixos, que és un procés més lent.

En resum, podem dir que la manera en què l'organisme obté l'ATP depèn de la durada de l'exercici i de la intensitat de l'exercici. (Figura 12)

²⁵ La **fosfocreatina** és una molècula de creatina fosforilasa que serveix per emmagatzemar energia al múscul esquelètic.

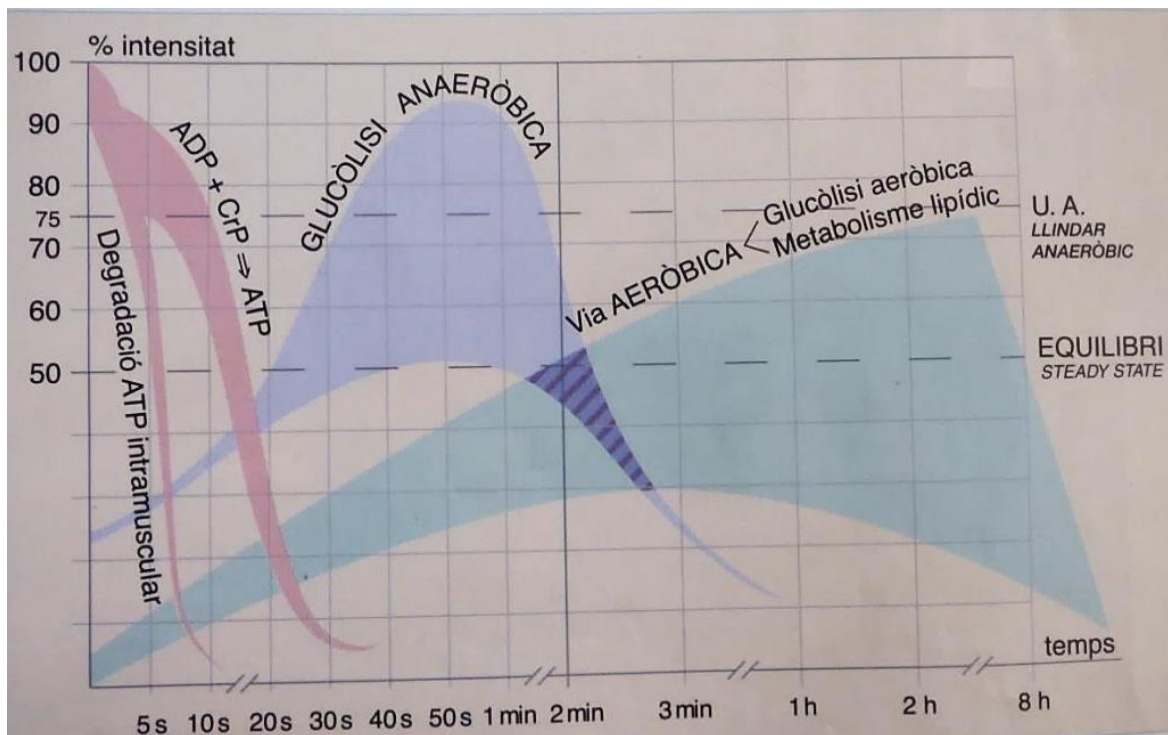


Figura 12: Procés d'obtenció d'energia. Font gràfica: M. GONZÁLEZ, Ò. RIERA. "Eduacació física, tàctica". 1r de BATXILLERAT, editorial Teide

1.4 El triatló sprint

1.4.1 Què és el triatló?

El triatló és un esport combinat i de resistència en el qual l'atleta realitza tres disciplines en tres segments. Aquestes disciplines són la natació, el ciclisme i per últim la cursa a peu. L'ordre és l'assenyalat i el cronòmetre no s'atura en cap moment de la competició.

Entre la natació i la bicicleta i entre la bicicleta i la cursa a peu hi ha una transició on l'atleta agafa el material necessari per continuar amb la següent disciplina.

La natació es realitza en aigües obertes (mars, llacs...) i el recorregut està delimitat per boies. L'ús del neoprè és opcional però hi ha unes normes a seguir:

- Sempre que l'aigua estigui per damunt dels 22°C està prohibit portar-lo.
- Sempre que l'aigua estigui per sota dels 14°C és obligatori portar-lo.

- Les persones majors de 50 anys el poden portar sempre, independentment de la temperatura de l'aigua.

El ciclisme es realitza amb una bicicleta de carretera excepte en alguns triatlons on està permès l'ús de les bicicletes BTT (de muntanya). És imprescindible l'ús del casc durant tot el sector del ciclisme.

La cursa a peu és l'última prova, per tant finalitza a la meta. En les competicions on el tram de córrer són varies voltes a un circuit, és responsabilitat de l'esportista comptar les voltes amb objectes que proporciona l'organització (polseres, etc).

1.4.2 Diferents modalitats del triatló

En funció de les distàncies i en ordre de menys a més llargues tenim diferents tipus de triatló:

	Natació	Bicicleta	Cursa a peu
Sprint	750 m	20 km	5 km
Olímpic	1500m	40 km	10 km
Doble olímpic	3000 m	80 km	20 km
Triple olímpic	4000 m	120 km	30 km
“Half-ironman”	1900 m	90 km	21 km
Ironman	3800 m	180 km	42 km



Figura 13: Sortida de la natació. Font gràfica:
<http://www.ufecbloc.cat/la-triple-disciplina-un-repte-que-cada-vegada-reuneix-mes-adeptes/>



Figura 14: Natació. Font gràfica:
<http://cnsitges.blogspot.com/es/>



Figura 15: Transició 1. Font gràfica:
<http://www.triatlonchannel.com/2014/07/19/entrenamiento-de-natacion-bici-en-transicion/>



Figura 16: Tram de ciclisme. Font gràfica:
<http://triatletasenred.com/colaboradores/coste-del-triatlon-2/>



Figura 17: Transició 2. Font gràfica:
<http://www.triatlonweb.es/entrenamiento/articulo/como-entrenar-segunda-transicion>



Figura 18: Cursa a peu. Font gràfica:
<http://cerdanyolatriatlo.blogspot.com.es/2012/10/triatlo-de-vilanova-cursa-de-86-km.html>

1.4.2 Principals qualitats físiques necessàries en un triatló sprint

Les qualitats motrius es classifiquen en dos grans grups: les qualitats físiques bàsiques i les qualitats físiques psicomotrius. Les proves del triatló, es poden classificar en proves de llarga distància i de curta distància. En cada una d'elles, es treballen qualitats físiques semblants però hi ha diferents aspectes que entren en joc alhora de treballar aquestes qualitats (ritme, pulsacions per minut, etc).

1.4.2.1 Qualitats físiques bàsiques (Q.F.B)

Les Q.F.B són les que estan determinades pels processos energètics i metabòlics de la musculatura voluntària. Les qualitats físiques bàsiques són la resistència, la força, la flexibilitat i la velocitat.

La *resistència* és la qualitat motriu condicional que ens permet suportar un esforç de llarga durada, i posteriorment recuperar-nos amb rapidesa. La podem classificar de diferents maneres:

Segons la quantitat de músculs que hi intervenen pot ser:

- Resistència general: es dona quan en el moviment participa tot el cos o la seva major part. També es pot anomenar resistència cardiovascular o orgànica.
- Resistència local: es dona quan en el moviment participen pocs músculs, és a dir, quan l'esforç afecta a una part del cos. S'anomena resistència localitzada o muscular.

Segons la forma d'obtenció d'energia pot ser:

- Resistència aeròbica: és la capacitat de l'organisme per mantenir un esforç mitjançant l'obtenció de la major part d'energia amb la presència d'oxigen. Hi ha tres tipus de resistència aeròbica: la potència aeròbica, la capacitat aeròbica i l'endurança. En el triatló sprint, s'utilitza un ritme més elevat que

en els triatlons de llarga distància. Això provoca que treballem la resistència aeròbica utilitzant la potència aeròbica (60-80% del VO^2 màx)

- Resistència anaeròbica: és la capacitat de l'organisme per mantenir un esforç mitjançant l'obtenció de l'energia majoritària sense oxigen. Hi ha dos tipus : l'alàctica, on no es produeix àcid làctic i es dona en exercicis intensos fins a 30 segons; i la làctica, on sí que es produeix àcid làctic i es dona en exercicis intensos fins a 3 minuts. En el triatló es podria utilitzar aquest tipus de resistència en el sprint final abans d'entrar a meta.

La *força* és la qualitat motriu condicional que ens permet vèncer una oposició mitjançant l'acció muscular. Es caracteritza pels processos de transformació d'energia per tal de produir tensió muscular. Hi ha diferents tipus de força:

- La força – màxima: és la capacitat muscular d'exercir una tensió màxima en un període molt curt de temps.
- La força - resistència: és la capacitat muscular d'exercir una quantitat moderada de força durant un llarg període de temps.
- La força – velocitat: També s'anomena força explosiva o potència. És la capacitat que té un grup muscular d'accelerar una massa fins a una velocitat màxima de moviment.

En el triatló, tant en distància curta com en distància llarga es treballa la força-resistència. Podem dir que la natació provoca una fatiga localitzada als braços i que s'ha de resistir aquesta fatiga. No obstant això, quan més es treballa la força-resistència és quan en el tram de bici s'han fatigat els músculs de les cames i tot i així has de continuar i córrer la distància que calgui.

La *flexibilitat* és la qualitat motriu que permet i facilita a les articulacions la major amplitud possible de moviments corporals, sense arribar a fer-se mal. Els dos tipus de flexibilitat són la flexibilitat general i l'específica.

La flexibilitat *general* està determinada pel conjunt de totes les articulacions, i afecta a la major part del cos.

La flexibilitat *específica* afecta a una articulació o un grup d'articulacions que actuen en una activitat física o en un gest específic.

Respecte a la flexibilitat, ens referim a la flexibilitat general. En el triatló, com a tots els esports, la flexibilitat millora l'amplitud i l'eficàcia dels moviments.

La *velocitat* és la qualitat motriu que permet recórrer una distància en el menor temps possible. Hi ha dos tipus de velocitats:

- La velocitat de reacció, que és la capacitat de començar un moviment en el menor temps possible.
- La velocitat de moviment, que és la capacitat de realitzar un moviment determinat en el menor temps possible. Podem parlar de: velocitat gestual i velocitat de desplaçament.

En el triatló, quan parlem de velocitat, ens referim a la velocitat de moviment i específicament, la velocitat de desplaçament. Aquest tipus de velocitat s'utilitza durant tot el recorregut de la competició i implica tot el cos.

1.4.2.2 Qualitats físiques psicomotrius (Q.F.P)

Les Q.F.P, també anomenades capacitats coordinatives, estan determinades pels processos de direcció del sistema nerviós central, i depenen del seu bon funcionament. Les principals capacitats coordinatives són la coordinació i l'equilibri.

La *coordinació* és la capacitat que té el cos, o una de les seves parts, per desenvolupar de manera ordenada, harmònica i eficaç una seqüència de gestos o accions.

L'*equilibri* és la capacitat per mantenir una postura amb oposició a les forces que puguin afectar-la, especialment la gravetat.

Dintre de les qualitats físiques psicomotrius, trobem les capacitats coordinatives derivades, que són la conseqüència de la interrelació entre les qualitats físiques.

Aquestes es donen en la majoria d'esports i activitats físiques com al triatló sprint i són::

- L'agilitat, que és la capacitat de moure el cos en l'espai, amb rapidesa i també amb habilitat.
- La destresa, que és la capacitat de coordinar moviments i resoldre situacions motrius eficaçment.
- La precisió, que és la capacitat d'ajustar els moviments amb exactitud.
- La fluïdesa, que és la capacitat de realitzar moviments elàstics i continuats.

Els triatletes que facin un bon entrenament de la coordinació i l'equilibri, aconseguiran una millor agilitat i més fluïdesa en els seus moviments, per tant també milloraran el rendiment.

1.5 Aportacions energètiques durant l'exercici

1.5.1 Què són els gels energètics?

Els gels energètics són suplementes alimentaris de textura viscosa amb un alt contingut d'hidrats de carboni, que tenen l'objectiu d'omplir les nostres reserves de glicogen proveint-nos d'energia de forma ràpida i efectiva.



Figura 19: Gel energètic 32 Gi. Font gràfica: Adriana Durán.

1.5.2 Quina és la seva composició?

La principal composició d'un gel energètic són els hidrats de carboni i l'aigua, però també contenen altres substàncies que ajuden en l'aportació d'energia:

- *Sals minerals*: Afavoreixen la reposició d'electròlits que perdem amb la suor i ajuden a assimilar millor els hidrats de carboni.
- *Vitamines*: Alguns gels poden portar vitamines com la B1, que estan implicades en el metabolisme dels hidrats de carboni.
- *Cafeïna*: Alguns gels contenen cafeïna perquè es una substància que retarda la fatiga, disminueix la percepció del dolor i optimitza l'ús del greix com a font d'energia.
- *Aminoàcids*: Alguns gels contenen aminoàcids com per exemple: la taurina, que afavoreix el transport d'oxigen i nutrients dins el múscul, o l'arginina, que afavoreix el transport d'oxigen i l'eliminació de toxines

1.5.3 Quins són els seus efectes?

L'efecte que tenen els gels energètics en el nostre organisme no és totalment immediat, és a dir, per a que els hidrats de carboni que ingerim dels gels es converteixin en glucogen, el nostre cos ha de realitzar una sèrie de processos.

Primer de tot, aquest glucogen s'ha de digerir, després ha de travessar la paret intestinal i finalment ha de ser absorbit pels músculs. Aquest procés no és molt llarg, però tampoc és immediat, per això els efectes no es comencen a notar fins als 20 o 25 minuts de la ingesta del gel.

Els principals efectes del gel són:

- Augmentar o omplir les reserves de glucogen a l'organisme
- Disminuir la sensació d'esgotament.
- Produir una major circulació de glucosa al cervell que fa que ens activem més.

1.5.4 Quan s'han de prendre?

En els triatlons, la clau per aprofitar la màxima efectivitat de l'ús dels gels energètics, és començar a utilitzar-los quan el nostre cos es troba en condicions d'aconseguir que aquests gels arribin al nostre torrent sanguini, i més tard, al cervell i als músculs, és a dir, quan encara no s'ha arribat al punt de fatiga però s'hi està a prop.

Si ens prenem un gel energètic quan ens trobem en una fase avançada de l'esgotament, no servirà de quasi res, ja que hi hauran molt poques reserves de glucogen i el cos no tindrà l'energia suficient per enviar l'energia obtinguda del gel als músculs i al cervell.

1.5.5 Comercialització de gels

Els gels energètics es comercialitzen en uns petits sobres de plàstic d'uns 20 o 25 grams d'hidrats de carboni diluïts amb una mica d'aigua perquè sigui més fàcil la ingesta durant la pràctica de l'exercici.

Algunes de les marques més conegudes a nivell del triatló són: 32 Gi, 226ers, Victory Endurance, Multipower, Overstims, Biofrutal o Gu.

Es poden comprar en tendes especialitzades o en webs. Encara que no siguin productes que utilitzi una gran part de la població, hi ha una gran varietat de marques d'aquests suplementes i tenen un preu bastant elevat.

Els gels energètics no estan considerats *doping*²⁶. Encara que pugui haver confusions, ja que la cafeïna és una substància que antigament es considerava doping, l'11 de Gener de 2004 la cafeïna es va eliminar de la llista de substàncies prohibides de l'Agència Mundial d'Antidopatge, per tant aquests gels són substàncies totalment anti-dopatge.

²⁶ El **dopatge** (*doping*, en anglès) és l'ús de substàncies o mètodes prohibits en els esportistes per progressar en els seus entrenaments i els seus resultats en les competicions.

1.6 Estudi pràctic: Variació de la glucèmia durant la prova del triatló sprint.

1.6.1 Organització de la prova

1.6.1.1 Lloc i fites de control

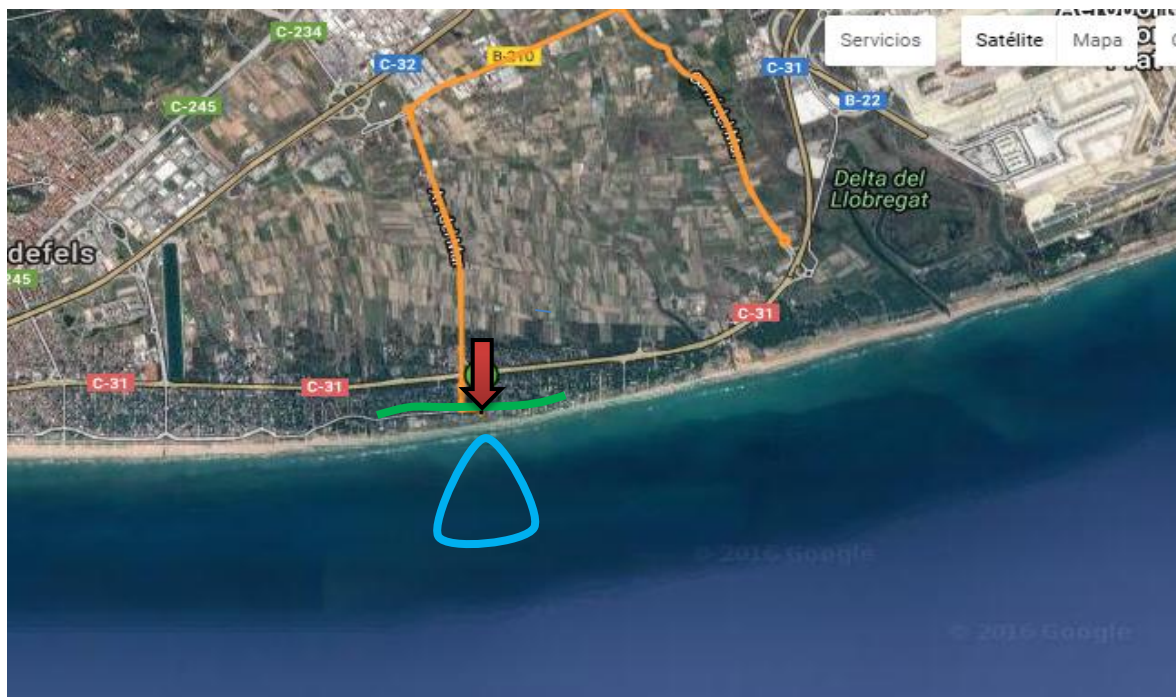
La prova del triatló sprint la vaig organitzar i coordinar personalment amb l'ajuda de voluntaris. Es va realitzar al terme municipal de Gavà, concretament a la platja de Gavà. Les tres disciplines de la prova (natació, ciclisme i cursa a peu) van transcórrer dintre el municipi i tenien una única fita de control, en la qual es donava la sortida del triatló, les diferents transicions i l'arribada a la meta. (Figura 20).

El fet que només hi hagués un punt de control va ser molt útil a l'hora de mesurar els diferents controls efectuats a cada atleta (nivell de glucèmia durant la prova, temps parcial i total, pes...).

Els 750 m de natació es van fer al mar i estaven limitats per dues boies grogues que vam aprofitar per donar les referències als participants. Aquesta distància la vaig mesurar prèviament nedant amb un *garmin*, que és un rellotge especialitzat que marca la distància recorreguda.

Els 20 km del tram de bici consistien en dues voltes a un circuit urbà marcat amb unes referències que vam donar a tots els participants prèviament. Aquesta distància també la vaig mesurar prèviament amb el rellotge *garmin*. El circuit era pla, sense pujades i transitat (amb vehicles).

Els 5 km del circuit de cursa a peu consistien en dues voltes a un recorregut marcat per dues creus que vam dibuixar al terra amb guix. La distància també la vaig mesurar prèviament amb el *garmin* i els atletes contaven ells mateixos el número de voltes.



- ▣ Circuit natació (750m)
- ▣ Circuit bicicleta (20km)
- ▣ Circuit de cursa a peu (5km)
- ▣ Punt de control

Figura 20: Mapa del recorregut de les tres disciplines del triatló.
Font gràfica: Google maps i wikiloc

1.6.1.2 Població a estudiar

La població a estudiar està formada per 20 integrants del “Club Rayo Team” de triatló. L’edat de la població es troba entre els 15 i els 55 anys.

Per a realitzar l’estudi he dividit tant homes com dones en 4 grups diferenciats en l’edat:

- 5 atletes entre 15 i 20 anys
- 5 atletes entre 20 i 30 anys
- 4 atletes entre 30 i 40 anys
- 6 atletes entre 40 i 55 anys

1.6.1.3 Paràmetres a estudiar

Els paràmetres estudiats en la prova han estat:

a) Els *nivells de glucosa en sang*. El control de glucèmia està format per 5 controls diferents:

G1: 5 minuts abans d'iniciar el triatló.

G2: Al finalitzar la natació.

G3: Al finalitzar la bicicleta.

G4: Al finalitzar la cursa a peu.

G5: Una hora després d'haver finalitzat el triatló.

b) El *temps parcial* realitzat en cada disciplina (natació, bicicleta i cursa a peu) i el *temps total* de cada participant.

c) El *pes* dels participants abans d'iniciar el triatló i just en acabar-lo.

d) L'*alçada* dels participants

e) L'*edat* dels participants

f) Les *hores d'entrenament setmanals* de cada participant

1.6.1.4 Aparells i estris de mesura

Els aparells i els estris que vaig utilitzar per a realitzar la prova van ser:

Aparell o estri de mesura	Utilització
 <p>Figura 21: Garmin 910Xt especialitzat per al triatló Font gràfica: Google imatges</p>	<p>Relloge <i>Garmin</i> per a mesurar les distàncies de la natació, la bici i el tram de córrer.</p>



Figura 22: Bàscula de pes. Font gràfica: Adriana Durán

Bàscula de pes per pesar als participants abans i després de la prova.



Figura 23: Guants sensiflex. Font gràfica: Adriana Durán

Guants per tal de fer la presa de glucosa en sang més higiènica.



Figura 24: Gases de cotó. Font gràfica: Adriana Durán

Gases de cotó per netejar la sang després de la punxada



Figura 25: Dispositius per punxar. Font gràfica: Adriana Durán

150 dispositius de presa de mostres de sang capil·lar.



Figura 26: tires reactives del laboratori Roche. Font gràfica: Adriana Durán

100 tires reactives per col·locar la gota de sang



Figura 27: mesuradors de glucosa en sang del laboratori Roche. Font gràfica: Adriana Durán

4 mesuradors de glucèmia que indiquen el nivell de sucre en sang en mg/dl



Figura 28: Voluntari apuntant dades. Font gràfica: Adriana Durán

Graelles prèviament distribuïdes per anotar els diferents registres i dades.



Figura 29: cadires per deixar el material necessari a la transició. Font gràfica: Adriana Durán

Cadires individuals per a què cada atleta deixi el material a la transició



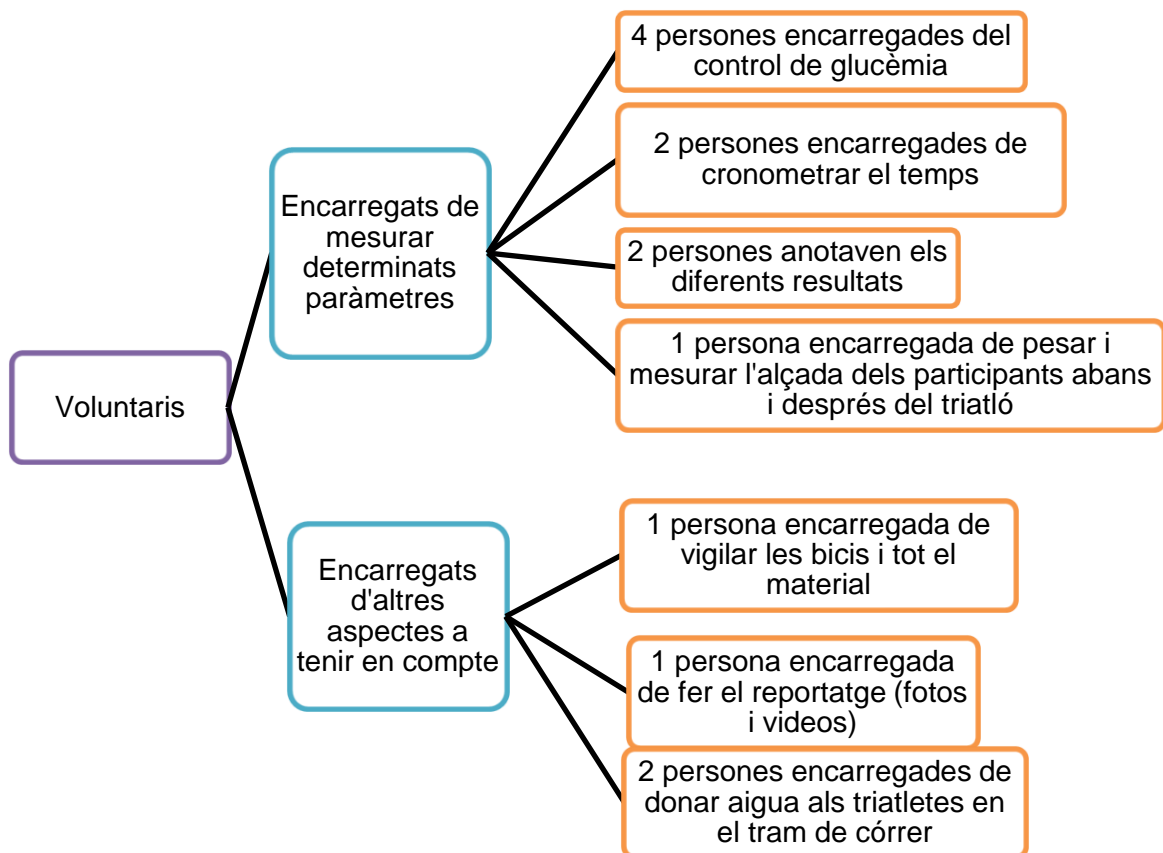
Figura 30: Avituallament del triatló. Font gràfica: Adriana Durán

Avituallament per al final del triatló format per:

- Aigua
- Gel
- Dues neveres per mantenir aigua fresca
- Fruita i llaminadures

1.6.1.5 Consideracions metodològiques

Per tal d'organitzar el triatló, vaig comptar amb l'ajuda de 13 voluntaris. Segons la tasca assignada, els voluntaris els he dividit en:



1.6.2 Descripció dels resultats

HOMES									
Nom	Edat	Hores d'entrenament/setm.	Temps				Pes (kg) abans	Pes (kg) després	Alçada
			Natació	Bici	Córrer	Total			
S1	21	14h	12' 51"	34' 27"	21' 53"	1h 7' 11"	75	74,6	1,74m
S2	16	8h	11' 59"	35' 49"	22' 24"	1h 10' 12"	66,4	65,5	1,77m
S3	38	20h	11' 45"	34' 51"	19' 28"	1h 6' 04"	75,2	74,1	1,82m
S4	30	14h	17' 28"	41' 01"	31' 13"	1h 29' 42"	69,3	68,2	1,75m
S5	44	11h	12' 18"	34' 35"	25' 09"	1h 12' 02"	76,8	76,6	1,81m
S6	32	4h	13' 49"	35' 09"	25' 11"	1h 13' 09"	62,7	61,8	1,72m
S7	19	10h	10' 46"	33' 58"	19' 55"	1h 4' 39"	71,7	71	1,81m

HOMES					
Nom	G1(mg/dl)	G2 (mg/dl)	G3 (mg/dl)	G4 (mg/dl)	G5 (mg/dl)
S1	112	82	88	115	118
S2	87	78	83	89	118
S3	94	86	95	116	128
S4	95	105	97	90	133
S5	91	79	66	86	101
S6	130	112	100	128	134
S7	73	78	61	63	130

HOMES AMB GEL									
Nom	Edat	Hores d'entrenament/setm.	Temps				Pes (kg) abans	Pes(kg) després	Alçada
			Natació	Bici	Córrer	Total			
S8	17	8h	11' 01"	36' 07"	22' 45"	1h 9' 53"	76,8	75,9	1,83m
S9	51	2h	13' 14"	35' 36"	28' 24"	1h 17' 14"	79,4	78,9	1,77m

HOMES AMB GEL					
Nom	G1 (mg/dl)	G2 (mg/dl)	G3 (mg/dl)	G4 (mg/dl)	G5 (mg/dl)
S8	74	68	83	87	108
S9	111	101	110	97	131

DONES									
Nom	Edat	Hores d'entrenament/setm.	Temps				Pes (kg) abans	Pes(kg) després	Alçada
			Natació	Bici	Córrer	Total			
S10	15	5h	16' 38''	44' 47''	28' 45''	1h 30' 10''	58,5	58	1,61m
S11	39	4h	16' 43''	49' 05''	31' 03''	1h 36' 51''	65,5	64,6	1,60m
S12	49	9h	15'50''	45' 49''	30' 38''	1h 32' 17''	64	63	1,63m
S13	30	8h	15' 41''	40' 43''	27' 04''	1h 23' 28''	71,4	71,1	1,72m
S14	27	12h	17' 33''	41' 30''	31' 06''	1h 30' 09''	66,4	65,7	1,76m
S15	26	12h	15' 54''	42' 41''	27' 24''	1h 25' 59''	59	58,4	1,63m
S16	34	5h	16'15''	54' 02''	34' 32''	1h 44' 49''	56,6	56	1,66m

DONES					
Nom	G1 (mg/dl)	G2 (mg/dl)	G3 (mg/dl)	G4 (mg/dl)	G5 (mg/dl)
S10	97	75	93	104	109
S11	94	90	95	101	112
S12	101	92	88	101	130
S13	101	96	98	108	120
S14	89	81	98	101	108
S15	104	100	81	121	138
S16	110	94	95	90	127

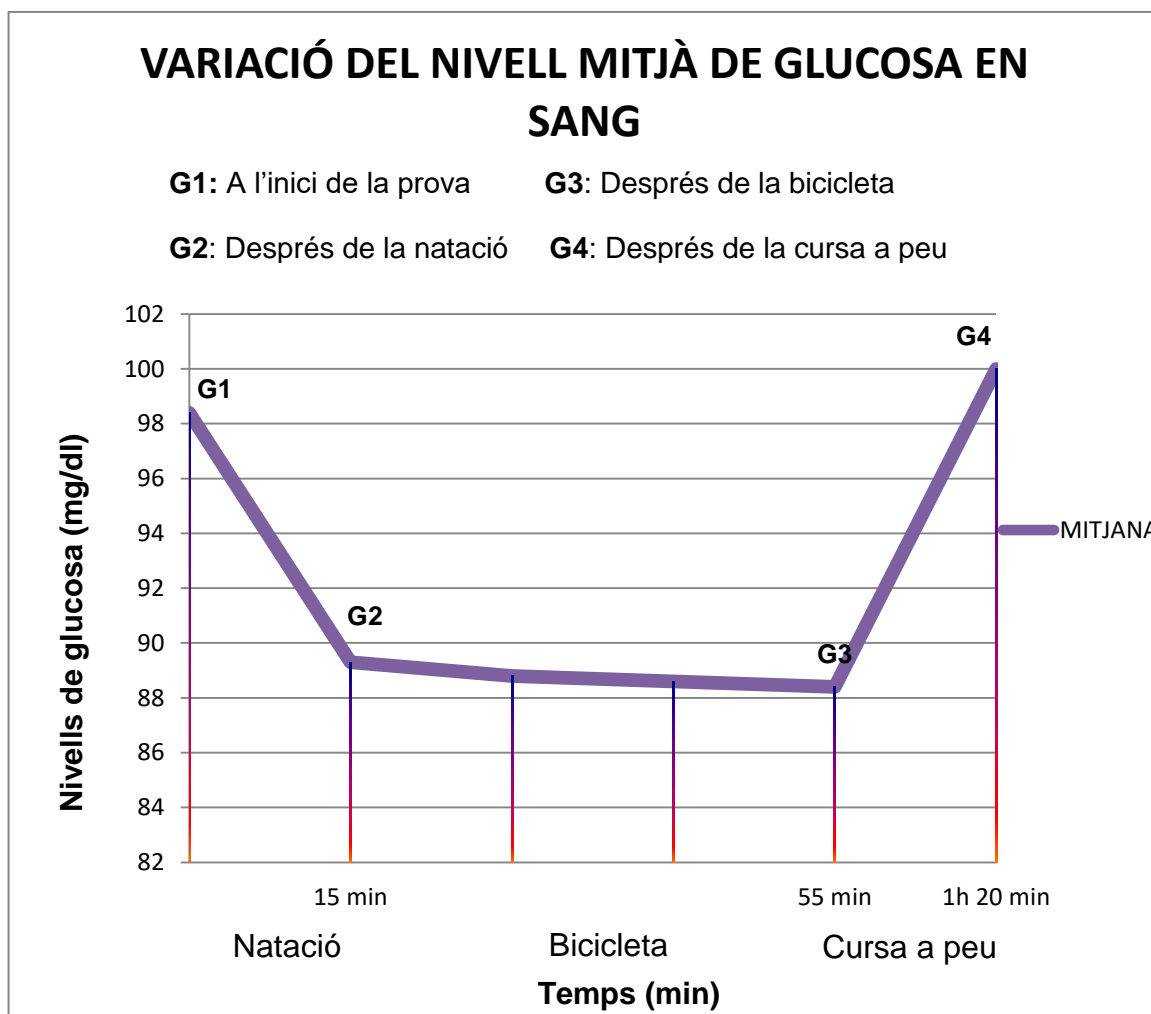
DONES AMB GEL									
Nom	Edat	Hores d'entrenament/setm.	Temps				Pes (kg) abans	Pes(kg) després	Alçada
			Natació	Bici	Córrer	Total			
S17	19	8h	14' 50"	45' 57"	29' 54"	1h 30' 41"	55,6	55,1	1,64m
218	55	2h	20'40"	1h 51"	37' 58"	1h 59' 29"	54	53,3	1,60m
S19	49	4h	19' 45"	56' 36"	33' 29"	1h 49' 50"	56,2	55,7	1,61m
S20	42	8h	14' 02"	41' 30"	26' 00"	1h 21' 3"	55,6	55,3	1,62m

DONES AMB GEL					
Nom	G1 (mg/dl)	G2 (mg/dl)	G3 (mg/dl)	G4 (mg/dl)	G5 (mg/dl)
S17	102	96	108	88	112
S18	97	91	117	103	150
S19	106	96	125	113	130
S20	100	85	95	107	121

1.6.3 Anàlisi dels resultats

1.6.3.1 Variació del nivell mitjà de la glucosa en sang

En la següent gràfica està representada la mitjana de la variació de glucosa en sang en tots els participants del triatló, sense incloure els que van prendre gel.



El temps mig d'execució de la prova ha estat d'una hora i 20 minuts; dividits en 15 minuts a la natació, 40 minuts a la bicicleta i 25 minuts a la cursa a peu.

El valor mig de glucosa en sang a l'inici de la prova (G1) és de 98,4 mg/dl, valor que es troba dintre dels barems normals de glucosa en sang.

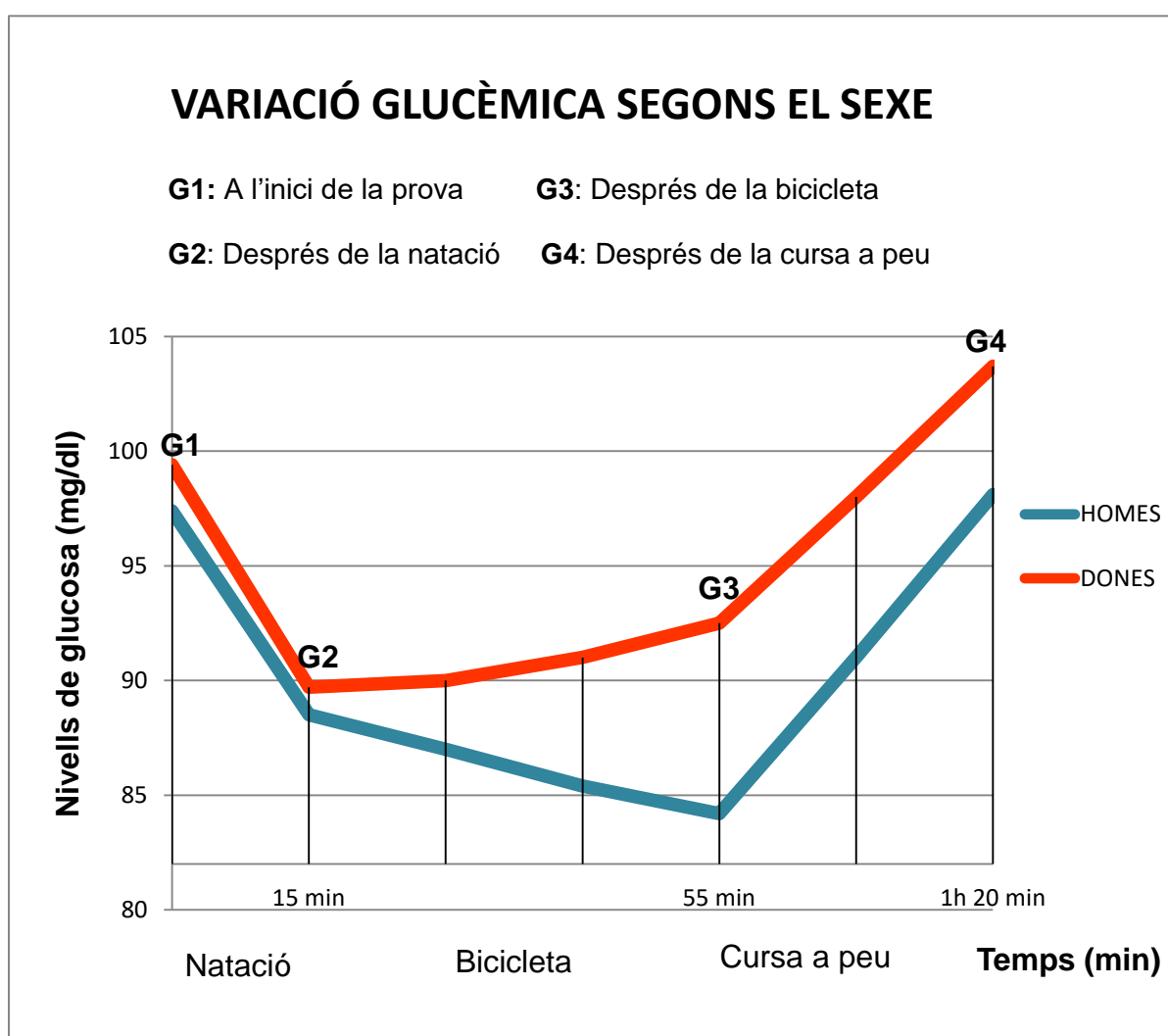
El valor mig obtingut al finalitzar la natació (G2) ha estat de 89,3 mg/dl, és a dir, un 9,2% menys respecte el G1.

En la tercera presa de glucosa (G3) s'ha obtingut un valor mig de 88,4 mg/dl, que és una mica inferior al G2 però indica que hi ha molt poca variació significativa.

Finalment, al final de la cursa a peu (G4) el valor mig de glucosa és de 100,4 mg/dl, valor que supera fins i tot la presa inicial de sucre en sang (G1).

1.6.3.2 Variació de la glucèmia segons el sexe

En el següent gràfic es mostra el valor mig de la variació de glucosa en sang segons el sexe:



El valor mig de la presa inicial de glucosa en sang en els homes ha estat de 97,4 mg/dl i en les dones 99,4 mg/dl, és a dir, que la diferència no té importància.

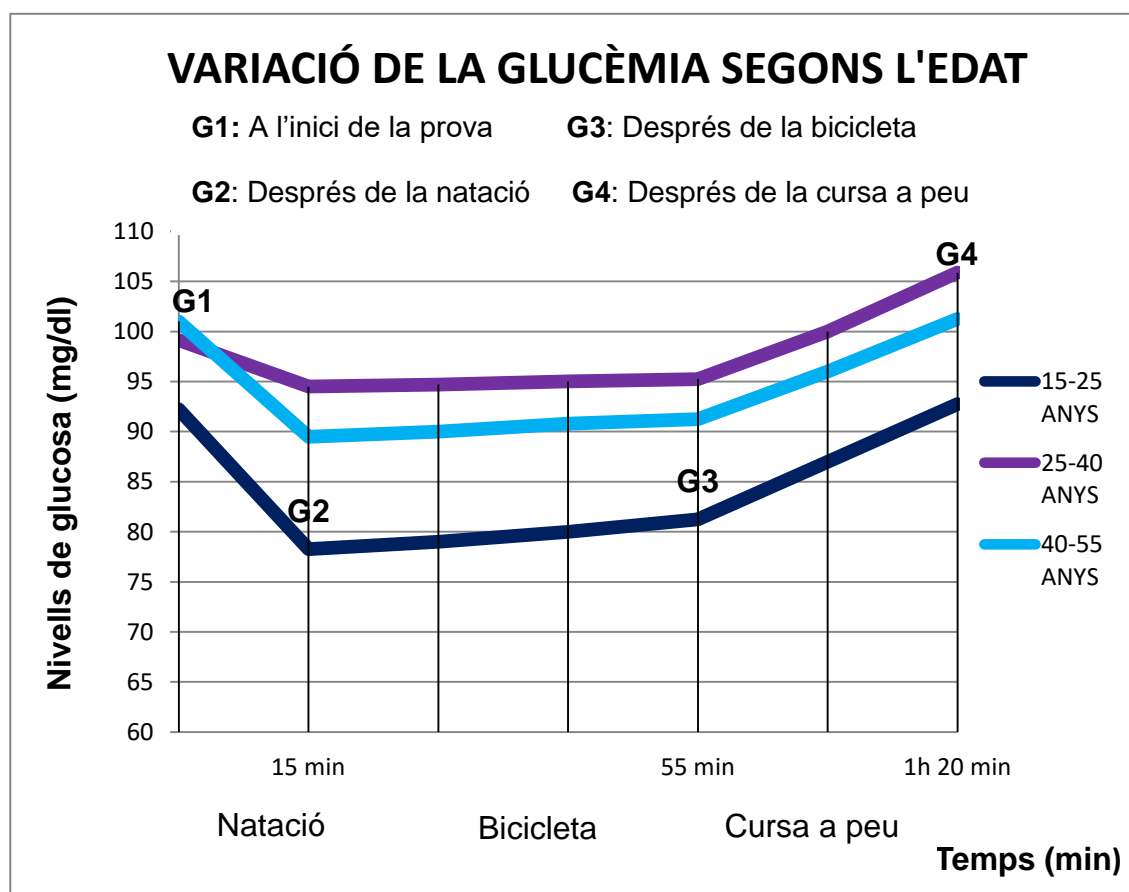
Un cop finalitzada la natació, s'ha fet la segona presa de sucre i el valor mig ha estat 88,5 mg/dl en els homes i 89,7 mg/dl en les dones. Tant en els homes com en les dones ha baixat aproximadament un 9% respecte el G1.

Després de la bicicleta, el valor mig de glucosa en sang en els homes ha estat de 84,2 mg/dl i en les dones 92,5 mg/dl. Això indica que els homes, generalment, han baixat els seus nivells de sucre en sang respecte el G2. En canvi, les dones han augmentat un 3% els seus nivells de glucosa en sang.

Finalment, després de la última prova, la cursa a peu, la mitjana dels nivells de sucre en sang ha estat 98,1 mg/dl en els homes i 103,7 mg/dl en les dones, que són dos valors molt pròxims amb una diferència poc significativa. En resum, durant tota la prova els valors de glucosa en sang en les dones han estat per sobre respecte el dels homes.

1.6.3.3 Variació de la glucèmia segons l'edat

En la següent gràfica es mostra la variació de la glucèmia segons l'edat (independentment del sexe), classificada en tres grups: 15-25 anys, 25-40 anys i 40-55 anys.



En la gràfica observem que les variacions de glucèmia en sang són similars en els tres grups d'edat:

El valor mitjà de la presa inicial de glucosa (G1) és de 92 mg/dl en els joves, 99 mg/dl en els adults i 101 mg/dl en els veterans. Per tant, els joves presenten uns nivells de glucosa d'un 8% més baixos que les altres categories.

Després de la natació (G2), el valor mig de sucre en sang ha estat de 78 mg/ml en els joves, 94 mg/dl en els adults i 89 mg/dl en els veterans. Això indica que tant els joves com els veterans han baixat aproximadament un 14% els seus nivells de sucre respecte la presa anterior; en canvi, els adults només un 5%.

Després de la bicicleta (G3), la mitjana dels nivells de glucosa en sang és de 81 mg/dl en els joves, 95 mg/dl en els adults i 91 mg/dl en els veterans. Aquests resultats donen la informació de què els tres grups augmenten els nivells de glucosa en sang respecte el G2.

Finalment, els valors obtinguts al final de la cursa a peu (G4) han estat de 92 mg/dl en els joves, 105 mg/dl en els adults i 101,5 mg/dl en els veterans. Tots aquests valors superen els valors inicials de glucosa en sang, encara que la diferència no és significativa.

1.6.3.4 Variació de la glucèmia segons el nivell d'entrenament

En la següent gràfica està representada la variació de la glucèmia en el triatló segons el nivell d'entrenament dels participants.

Els "més entrenats" són aquells que entrenen més de vuit hores a la setmana i els "menys entrenats" són aquells que entrenen menys de vuit hores setmanals o que directament no entrenen.

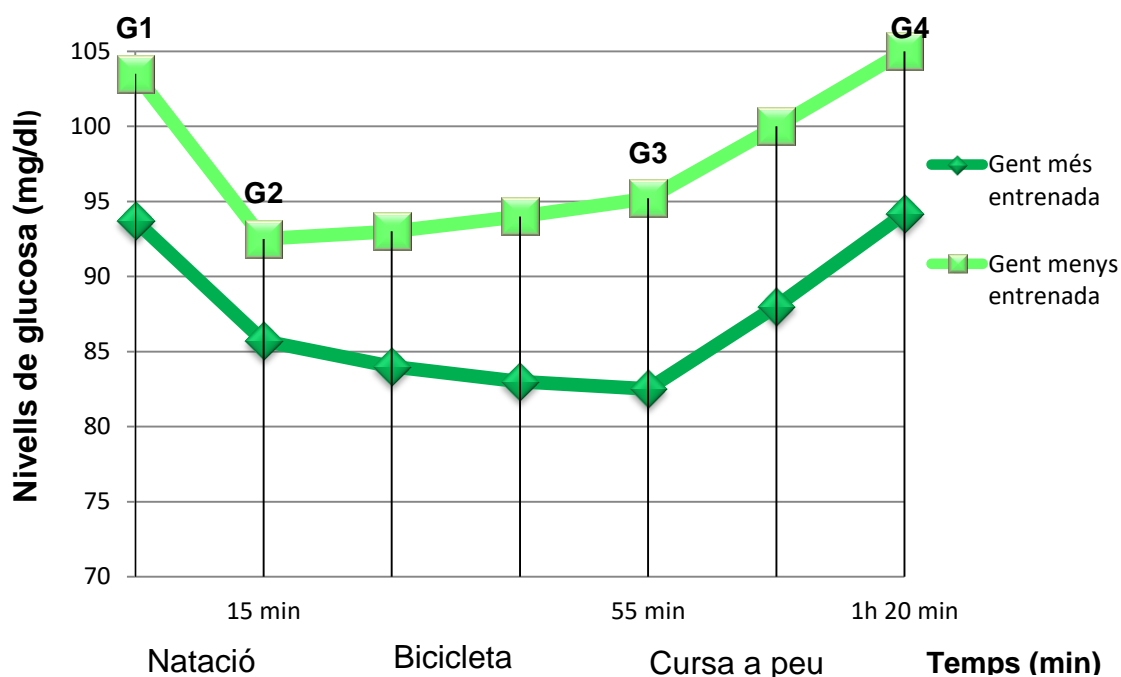
VARIACIÓ DE LA GLUCÈMIA SEGONS EL NIVELL D'ENTRENAMENT

G1: A l'inici de la prova

G3: Després de la bicicleta

G2: Després de la natació

G4: Després de la cursa a peu



El valor mig de glucèmia abans d'iniciar el triatló en les persones més entrenades és de 93 mg/dl i en les menys entrenades és 103 mg/dl, és a dir, 10 mg/dl més que les més entrenades. D'aquestes dades es pot deduir que la gent que entrena més té els nivells de sucre més baixos.

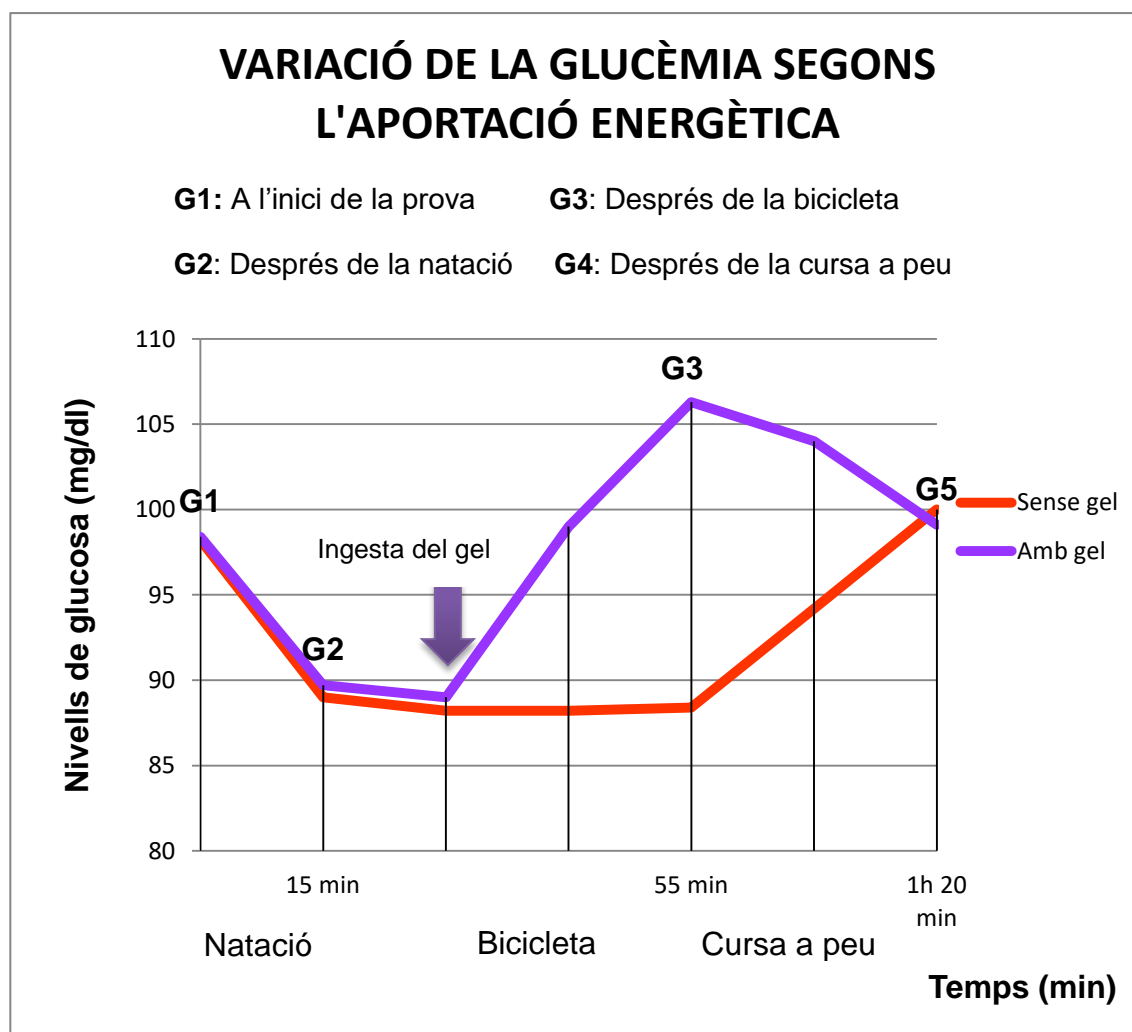
En el G2, observem que el valor mig de glucosa és de 85 mg/dl en els més entrenats i 92 mg/dl en els menys entrenats, és a dir, que les dues categories han baixat aproximadament un 10% els nivells de sucre respecte el G1.

Després de la bicicleta (G3) els nivells de sucre han canviat diferent en les dues categories: en els més entrenats han baixat 4mg/dl respecte el G2 i en els menys entrenats ha augmentat 3mg/dl.

Al finalitzar la cursa a peu, el valor mig de glucosa en sang ha estat 94,2 mg/dl en els més entrenats i 105 mg/dl en els menys entrenats, valors que superen tots els nivells de sucre anteriors.

1.6.3.5 Variació de la glucèmia segons l'aportació energètica

En la següent gràfica podem observar la diferència entre els triatletes que no van prendre cap tipus de suplementació i els que si que en van prendre. Els que van utilitzar gel el van ingerir a la meitat de la bici, és a dir, aproximadament als 35 min transcorreguts de la prova.



El valor mig de glucosa en sang a l'inici de la prova és de 98 mg/dl tant en els que han pres gel com els que no n'han pres.

El valor del G2 al finalitzar la natació ha estat de 89 mg/dl en les dues categories, ja que en aquest punt de la prova encara no hi ha hagut cap ingesta de gel.

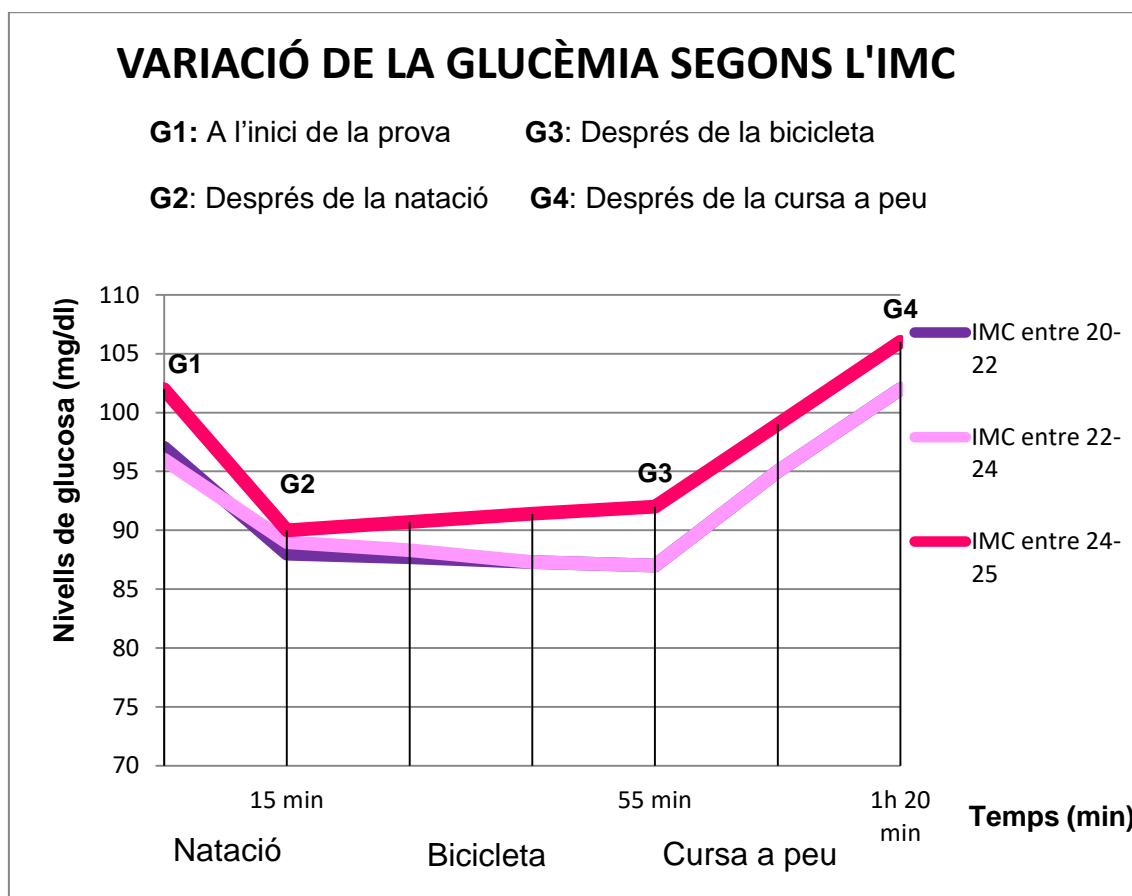
El valor de glucosa obtingut després de la bicicleta ha estat de 88,4 mg/dl en els que no han pres gel i 106 mg/dl en els que han pres gel, és a dir, 18 mg/dl més

que l'altre categoria. Amb això deduïm que el gel energètic ha fet efecte i ha fet pujar els nivells de sucre a aquells que se l'han pres.

El valor G4 al finalitzar la cursa a peu ha estat de 100 mg/dl aproximadament en les dues categories, valor que supera molt poc al valor del G1.

1.6.3.6 Variació de la glucèmia segons l'IMC

En la següent gràfica es mostra la variació de la glucèmia segons l'IMC.

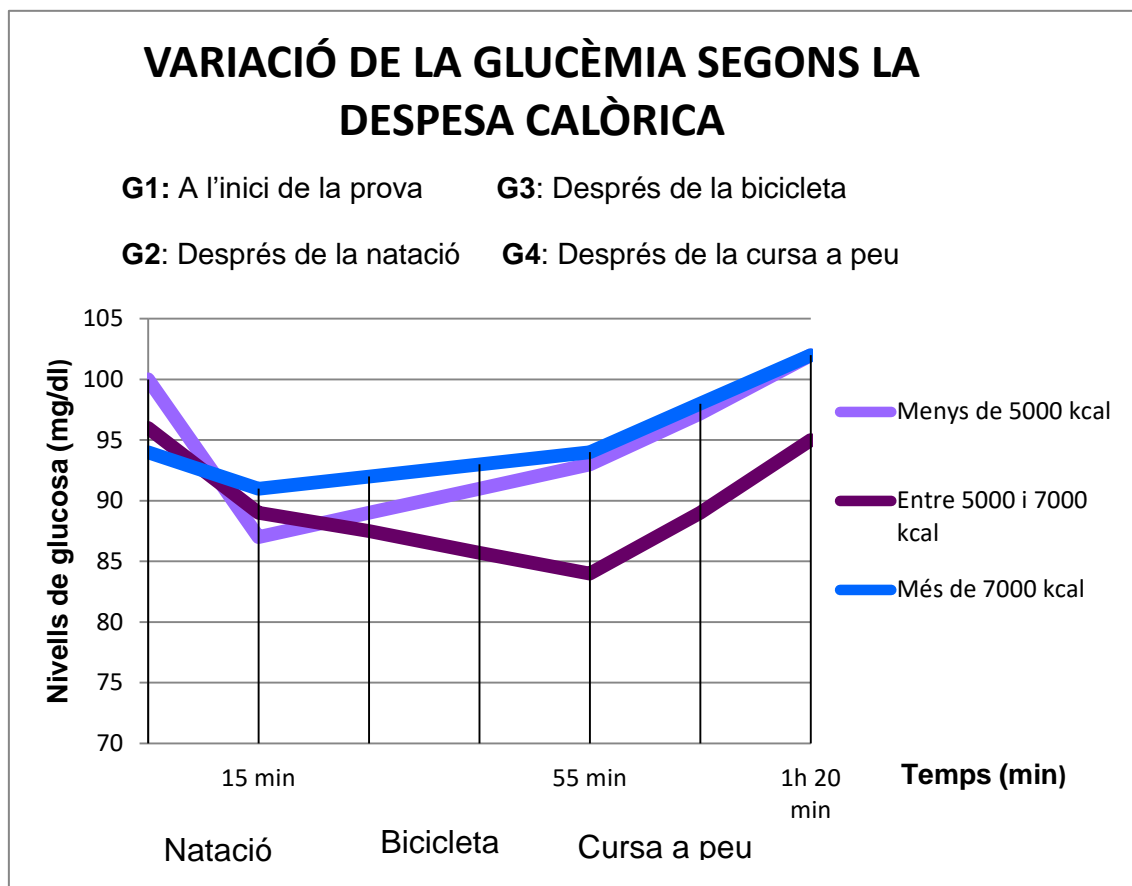


Tots els participants tenen un IMC dins dels barems normals i saludables. Malgrat això, en la gràfica diferenciem 3 subgrups: els d'IMC baix, els d'IMC mitjà i els d'IMC alt.

Les diferències entre els tres grups obtingudes en el G1, G2, G3 i G4 no són significatives, ja que una variació de glucosa de 5 mg/dl no té quasi importància. Per tant, podem dir que els tres grups tenen uns nivells de sucre semblants.

1.6.3.7 Variació de la glucèmia segons la despesa calòrica

En la següent gràfica es mostra la variació de la glucèmia segons la despesa calòrica, és a dir, les calories perdudes durant el triatló.



El valor mig inicial de glucosa en sang en els tres grups és de 97 mg/dl aproximadament, valor que es troba dins dels barems normals de glucosa en sang.

El valor del G2 al finalitzar la natació ha estat de 89 mg/dl aproximadament en els tres grups, és a dir, que tots baixen uns 10 mg/dl respecte el G1.

Després de la bicicleta, els valors obtinguts han estat 93 mg/dl en la categoria de menys de 5000 kcal, 84 mg/dl en la categoria d'entre 5000 i 7000 kcal i 94 mg/dl en la categoria de més de 7000 kcal. Això indica que només el grup que ha tingut una despesa calòrica entre 5000 i 7000 kcal ha baixat els seus nivells de sucre després de la bicicleta.

Finalment, els valor obtinguts en el G4 després de la cursa a peu han estat aproximadament 100 mg/dl en els tres grups, valor que supera també el valor inicial de la cursa.

2. CONCLUSIONS

Després d'haver analitzat els resultats i contrastar tota la informació amb l'especialista Teresa Contreras (llicenciada en biologia) he arribat a les següents conclusions:

-La glucosa és la base per obtenir energia durant l'exercici, és a dir, és la peça clau en el nostre cos si volem adquirir energia de forma ràpida. A més a més, no només és important per al funcionament dels músculs, sinó que és imprescindible per al cervell, ja que és un òrgan que consumeix una gran part de l'energia del nostre organisme.

-Els nivells de glucosa en sang experimenten variacions durant la prova del triatló sprint segons diferents aspectes.

-Durant la natació es produeix la disminució més significativa de la glucèmia degut a què és la primera prova del triatló. Això vol dir que els nivells de glucosa inicials obtinguts dels aliments s'han consumit ràpidament i han fet baixar els nivells de sucre a la sang.

-La prova de la bicicleta no altera quasi els nivells de sucre en sang, ja que els nivells inicials de glucosa han baixat de cop a la natació i ara s'haurà d'obtenir energia de les reserves de glicogen.

-Al finalitzar la cursa a peu, els nivells de glucèmia es veuen augmentats degut a què és la última prova i l'energia s'obté de les reserves de glicogen. Això fa que el fetge hagi fet un procés de glicogenòlisi i hagi expulsat la glucosa al torrent sanguini, cosa que ha provocat un augment dels nivells de sucre a la sang.

-El sexe no és un factor determinant en la variació de la glucèmia. La diferència dels nivells de glucosa en sang en els homes en el tram de bicicleta respecte les dones, ve provocada per la intensitat i no pas pel seu sexe.

-L'edat no és un factor que influeixi en la variació de la glucosa en sang, és a dir, la variació de la corba del nivell de glucosa és similar en totes les edats. No obstant això, els intervals de glucosa en sang són diferents, ja que des d'un

principi es parteix d'uns nivells de glucosa inicials (en repòs) diferents: a més jove, més baix és el nivells de glucèmia.

-Respecte la variació de la glucèmia segons el nivell d'entrenament, hi ha una gran diferència entre les persones més entrenades i les menys entrenades. Els nivells de glucosa en sang en els més entrenats són inferiors a causa de la major massa muscular desenvolupada. Com el múscul requereix molta glucosa, els que tenen més massa muscular la consumeixen més, per tant els seus nivells de glucosa en sang disminueixen més.

-A la vista dels resultats podem dir que no és efectiu prendre un gel energètic en un triatló sprint. Això és degut a què aquests gels no tenen un efecte tan immediat com ens pensem; en realitat, poden tardar uns 25 minuts a fer efecte, per tant, en un triatló sprint no dóna temps a aprofitar la màxima efectivitat d'aquestes substàncies suplementàries.

-Per últim i en funció dels resultats obtinguts, dir que l'IMC (índex de massa corporal) i la despesa calòrica en el triatló no són factors que provoquin modificacions en les variacions de glucèmia. Això es dedueix per dos fets: primer, perquè a les gràfiques no s'indica cap tipus d'alteració de la glucosa segons l'IMC o la despesa calòrica; i segon, perquè podem tenir per exemple dues persones que tinguin el mateix IMC però que una tingui més greix i l'altre més massa muscular. En aquest cas, consumirà més glucosa la que tingui més massa muscular; per això no és un factor que incideixi en la glucèmia.

A banda de les conclusions científiques, les conclusions a nivell personal han estat les següents:

Realitzant aquest treball de recerca, he pogut comprovar la dificultat que té organitzar una prova esportiva d'aquestes dimensions, en el qual entren en joc varies disciplines. També m'ha suposat molta feina trobar els elements necessaris per a mesurar els paràmetres que requeria el meu treball i a banda d'això, també he hagut de formar als voluntaris, ja que la majoria no sabia com funcionaven els aparells.

Malgrat tots els obstacles que ha suposat tota l'organització, la prova ha sortit molt bé. Per això i per tots els coneixements que he adquirit durant aquest temps, em sento molt satisfeta amb els resultats obtinguts i amb el meu treball.

3. BIBLIOGRAFIA I FONTS D'INFORMACIÓ

LLibres:

-M. GONZÁLEZ, Ò. RIERA. *Educació física, tàctica*. 1r de batxillerat, editorial Teide.

- BARBANY I CAIRÓ, Joan Ramon. *Fisiología del esfuerzo*. Inefc

-ARIAS, Matilde; BARRACHINA, Jordi; CLOSAS, M. Carmen; FERRER, Ramón. *Biología 2*. 2n de BATXILLERAT, editorial Castellnou.

-“*Bioquímica de sistemas*” Apunts de medicina 2015.

-CHICHARRO, José López; LÓPEZ, Luis Miguel. *Fisiología clínica del ejercicio*.

Webgrafia:

<http://afeccionglut1.blogspot.com.es/2013/01/la-importancia-de-la-glucosa-en-el.html>

<http://www.dmedicina.com/vida-sana/alimentacion/diccionario-de-alimentacion/glucosa.html>

<http://cursescatalunya.cat/que-son-els-gels-energetics/>

https://books.google.es/books?id=r5bedH_aSTOC&pg=PA647&dq=glucogeno&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj8e2LhO7PAhVMuBoKHQCsA3cQ6AEIHDA#v=onepage&q=glucogeno&f=false

<http://runfitners.com/2013/04/como-funcionan-los-geles-energeticos-para-corredores-nutricion-para-corredores/>

<http://www.saludyfuerza.net/articulos/pancreas.html>

<http://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/nutricion-deportiva/cuando-se-usan-los-geles-de-glucosa-12656>

<http://www.buenaforma.org/2012/12/27/aporte-de-glucogeno-durante-el-ejercicio-cuando-tomarla/>

<http://www.buenaforma.org/2012/12/17/la-importancia-del-glucogeno-como-sustrato-energetico/>

<http://www.adc.cat/ct-dia.htm>

4. ANNEXOS

4.1 Annex I: Entrevista

TERESA CONTRERAS VEGA

Llicenciada en Biologia

Especialista en biologia fonamental en les àrees de bioquímica, genètica i microbiologia.

Coneixements sobre l'esport, especialment del triatló.



Figura 31: Fotografia amb Teresa Contreras.
Font gràfica: Adriana Durán

PREGUNTES REFERENTS ALS ASPECTES TEÒRICS

Podries definir què és la glucosa?

La glucosa és el principal sucre que fan servir les cèl·lules per obtenir l'energia. Si s'ingereix en estat pur té un efecte molt ràpid.

Podries explicar per què té un paper tan important la glucosa durant l'exercici?

Perquè és d'on s'obté l'energia. Si estem ben oxigenats, farà un procés d'oxidació i ens donarà molta energia de forma ràpida, concretament 38 molècules d'ATP. Si el cos es queda sense glucosa, s'obtindrà l'energia de les reserves de glucosa emmagatzemades al fetge i als músculs. Si s'acaben aquestes reserves s'hauria de buscar energia dels lípids (greixos) i és un procés molt lent que pot durar dos dies, llavors, per això és tan important la glucosa en l'exercici, perquè si aquesta manca, no obtindrem energia de manera ràpida.

Durant l'exercici, com actua la glucosa emmagatzemada en el múscul? I la del fetge?

Quan el múscul i el fetge detecten que els nivells de glucosa estan baixant, s'activa la degradació del polímer de la glucosa, que és el glicogen:

-En el múscul la glucosa es crema molt ràpidament perquè és el múscul el que està treballant.

-El fetge, en canvi, dosificarà la glucosa que haurà de subministrar al cervell, al cor, al ronyó, i al propi múscul. Això també està relacionat amb un factor en el

tema de l'evolució: els ximpanzés per exemple, no utilitzen tanta quantitat de glucosa en el cervell. En canvi, tenen molta més força perquè destinen una gran quantitat de glucosa al múscul degut a la seva genètica muscular. Els humans dosifiquem més la glucosa per tot el cos.

Quina diferència hi ha en el nivell de glucosa en sang quan es fa exercici aeròbic o anaeròbic?

Aquest fet depèn de la capacitat respiratòria de la persona per agafar oxigen. Si té oxigen, per la via d'oxidació, amb una sola molècula de glucosa obtindrà 38 ATP. En canvi, si manca l'oxigen, per via fermentació obtindrà 2ATP per cada molècula de glucosa.

Podries explicar de quina manera actuen els gels energètics d'acció ràpida?

Tenen glucosa pura, per això són d'acció ràpida, també tenen aigua que afavoreix l'absorció i altres substàncies com la taurina que també afavoreixen l'absorció. No obstant això, tampoc actuen de manera tan immediata, sinó que triguen un temps en ser absorbits i digerits.

Per què les persones que entrenen més tenen un nivell de glucosa en sang més baix que la resta?

Perquè al estar més entrenats, tenen més desenvolupada la massa muscular, llavors consumeixen més glucosa.

Hi ha alguna relació amb l'IMC d'una persona i el nivell de sucre en sang?

Hi ha una relació però no es tracta d'una proporcionalitat directa, ja que pot ser que dues persones pesin el mateix, però que una tingui més greix i l'altre més múscul, llavors consumirà més glucosa la que tingui més massa muscular, ja que el múscul requereix un manteniment més gran que els greixos.

Quan es practica exercici en dejú, d'on obtenim l'energia?

De les reserves de glucosa emmagatzemades al múscul i al fetge. Però si aquestes reserves s'esgoten, necessitarem mobilitzar greixos i és un procés molt lent, per tant és possible que no es pugui continuar fent exercici.

PREGUNTES REFERENTS AL TREBALL DE CAMP

En el meu estudi sobre la variació de nivell de la glucosa en un triatló sprint vaig obtenir uns resultats: en els participants, durant la natació i la bici el nivell de glucosa baixava o es mantenia constant, però en el tram de córrer el nivell de sucre augmentava. Com és possible això?

Si haguéssim canviat l'ordre dels esports, possiblement trobaríem els nivells de glucosa diferents, ja que per vèncer la resistència de l'aigua es necessita més energia que no per córrer, per això baixaven tant els nivells de sucre. Com córrer era la última prova, després d'haver consumit els nivells inicials de glucosa en sang, la hormona glucagó va detectar que els nivells de glucosa baixaven, llavors va estimular la degradació de glicogen del fetge, i aquest va expulsar les reserves en forma de glucosa a la sang, per això va augmentar el nivell de sucre.

Creus que prendre gels energètics en una prova d'aquesta durada és efectiu?

No gaire, ajuda a l'etapa final perquè et fa recuperar les reserves de glucosa en sang que no provenen del fetge i del múscul, però generalment, no passaria res si no es produís la ingesta de gel. En una llarga distància, donaria temps a aprofitar l'energia obtinguda del gel i si seria efectiu.

Si la prova hagués estat el doble de llarga, la variació de la glucosa hagués estat la mateixa?

En la natació també baixaria. La variació de la glucosa seria diferent perquè es partien d'uns nivells de glucosa en sang més alts ja que els triatletes, el dia abans han d'ingerir molts hidrats de carboni per augmentar els nivells base de glucosa en sang i el màxim de glicogen al múscul. És a dir, la forma de la gràfica seria la mateixa però els intervals de glucosa en sang serien diferents.

Si una persona diabètica hagués participat en la prova, com hagués variat el seu nivell de sucre en sang?

L'exercici continuat en un diabètic s'ha vist que fa baixar els nivells d'insulina que ell s'ha de punxar, llavors el procés de regulació seria paral·lel amb una persona normal. Tindrien nivells de sucre superiors a nosaltres però la gràfica seria semblant

4.2 Annex II: Resultats de la prova i dades dels participants

Nom	Edat	Hores d'entrenament/setm.	Temps				G1 (mg/dl)	G2 (mg/dl)	G3 (mg/dl)	G4 (mg/dl)	G5 (mg/dl)	Pes (kg) abans	Pes (kg) després	Alçada
			Swim	Bike	Run	Total								
S1	21	14h	12' 51"	34' 27"	21' 53"	1h 7' 11"	112	82	88	115	118	75	74,6	1,74m
S2	16	8h	11' 59"	35' 49"	22' 24"	1h 10' 12"	87	78	83	89	118	66,4	65,5	1,77m
S3	38	20h	11' 45"	34' 51"	19' 28"	1h 6' 04"	94	86	95	116	128	75,2	74,1	1,82m
S4	30	14h	17' 28"	41' 01"	31' 13"	1h 29' 42"	95	105	97	90	133	69,3	68,2	1,75m
S5	44	11h	12' 18"	34' 35"	25' 09"	1h 12' 02"	91	79	66	86	101	76,8	76,6	1,81m
S6	32	4h	13' 49"	35' 09"	25' 11"	1h 13' 09"	130	112	100	128	134	62,7	61,8	1,72m
S7	19	10h	10' 46"	33' 58"	19' 55"	1h 4' 39"	73	78	61	63	130	71,7	71	1,81m
S8	17	8h	11' 01"	36' 07"	22' 45"	1h 9' 53"	74	68	83	87	108	76,8	75,9	1,83m
S9	51	2h	13' 14"	35' 36"	28' 24"	1h 17' 14"	111	101	110	97	131	79,4	78,9	1,77m
S10	15	5h	16' 38"	44' 47"	28' 45"	1h 30' 10"	97	75	93	104	109	58,5	58	1,61m
S11	39	4h	16' 43"	49' 05"	31' 03"	1h 36' 51"	94	90	95	101	112	65,5	64,6	1,60m
S12	49	9h	15'50"	45' 49"	30' 38"	1h 32' 17"	101	92	88	101	130	64	63	1,63m
S13	30	8h	15' 41"	40' 43"	27' 04"	1h 23' 28"	101	96	98	108	120	71,4	71,1	1,72m
S14	27	12h	17' 33"	41' 30"	31' 06"	1h 30' 09"	89	81	98	101	108	66,4	65,7	1,76m
S15	26	12h	15' 54"	42' 41"	27' 24"	1h 25' 59"	104	100	81	121	138	59	58,4	1,63m
S16	34	5h	16'15"	54' 02"	34' 32"	1h 44' 49"	110	94	95	90	127	56,6	56	1,66m
S17	19	8h	14' 50"	45' 57"	29' 54"	1h 30' 41"	102	96	108	88	112	55,6	55,1	1,64m
S18	55	2h	20'40"	1h 51"	37' 58"	1h 59' 29"	97	91	117	103	150	54	53,3	1,60m
S19	49	4h	19' 45"	56' 36"	33' 29"	1h 49' 50"	106	96	125	113	130	56,2	55,7	1,61m
S20	42	8h	14' 02"	41' 30"	26' 00"	1h 21' 31"	100	85	95	107	121	55,6	55,3	1,62m

HOMES ■ HOMES AMB GEL ■ DONES ■ DONES AMB GEL ■

5. AGRAÏMENTS

En primer lloc, voldria agrair al meu tutor del treball de recerca, Juan Carlos López, per haver-se implicat tant en el meu treball i per haver-me donat grans idees i consells a l'hora d'estructurar-lo i redactar-lo.

En segon lloc, agraeixo moltíssim als amics, la família i tota la gent que em va ajudar el dia de la prova. Ho van fer desinteressadament i van ser ells els que van fer possible el meu treball, ja que la pràctica és la base del meu TR.

També agrair a tots els membres del Club Rayo Team que hi van participar, perquè malgrat que la data estava situada en temporada de competicions, no van dubtar en ajudar-me realitzant la prova.

No vull oblidar-me de donar les gràcies a la meva tieta, Cristina Urbán, que va contactar amb el laboratori *Roche* per aconseguir el material que requeria la prova; i a la Teresa Contreras (llicenciada en biologia), per contestar-me l'entrevista i ajudar-me a l'hora d'extreure les conclusions.

Per últim, agrair sempre l'ajuda dels meus pares i del meu germà. D'una banda per participar en el triatló i d'altra banda per aconsellar-me i fer el possible sempre perquè tot sortís bé.