

SINCRONITZACIÓ DE LA CRONOBIOLOGIA NUTRICIONAL AMB ELS CICLES GEOFÍSICS DE LA TERRA

Treball Final de Màster en Nutrició i Salut

Autora: Eva Pereiro Ordiñana

Directora: Elena Juez López

Juliol, 2016

ÍNDEX:

1.- Introducció	3-8
1.1.- Justificació del projecte	3
1.2.- Resum introductorí	3
1.3.- Conceptes, desenvolupament i antecedents	4-8
2.- Objectiu general	9
2.1.- Objectius específics	9
3.- Metodologia	10
4.- Resultats i anàlisis	11-32
4.1.- Sincronitzacions entre els ritmes geofísics de la Terra i els ritmes endògens de les persones	11-14
4.2.- Els ritmes biològics dels humans a través de la coordinació del rellotge mestre i rellotges perifèrics endògens	14-19
4.3.- Cronodisrupció i possibles patologies derivades	19-21
4.4.- Cronobiologia nutricional	21-32
4.4.1.- Constatar de l'existència de crononutrició entre el moment de la ingesta de l'aliment i els ritmes biològics interns dels humans i els seus efectes sobre la salut	21-23
4.4.2.- Esmentar quines poden ser les causes que poden provocar una cronodisrupció a través de l'alimentació	24-26
4.4.3- Tractar la regulació del sobrepès a través de la cronodieta	27-28
4.4.4- Exemples menús de cronutrició/cronodieta	28-32
4.4.4.1.- Proposta d'horaris per realitzar un menú, respectant els ritmes biològics de la persona	28-30
4.4.4.2.- Adaptació menú de cronodieta	30-32
5.- Discussió	32-38
5.1.- Sincronitzacions en els ritmes de la naturalesa	32
5.2.- El funcionament dels rellotges biològics interns	32-33
5.3.- Cronodisrupció en els ritmes circadians	33-34
5.4.- Ingesta de l'aliment i regularitat horària	34-38
6.- Conclusions	38-40
7.- Bibliografia	40-42

1.- Introducció:

1.1.- Justificació del Projecte:

La selecció de desenvolupar el TFM en la Cronobiologia Nutricional és perquè considero que és una àrea dins de l'àmbit de la nutrició que pot aportar beneficis i equilibris en la salut, tant a les persones sanes, com les que pateixen alguna patologia i les que tenen un horari desestructurat per les seves circumstàncies personals. A més, s'ha optat en fer la connexió amb els ritmes Geofísics de la Terra per remarcar la importància de realitzar accions de sincronitzacions amb els ritmes biològics del cos humà i el medi ambient que l'envolta per potenciar una qualitat de vida més saludable i un funcionament més respectuós amb la natura.

1.2. Resum introductori:

Al llarg de la història els humans, s'han anat adaptant als canvis rítmics del Planeta Terra que gira al voltant del seu eix i del Sol, creant ritmes naturals.

La ritmicitat és una regla de l'Univers, tant en les seves dimensions microscòpiques com macroscòpiques. Aquest fet es pot aplicar a les persones i concretament als seus òrgans, teixits i les seves cèl·lules, que segueixen un temps regular i diferent per cada funció.

La ciència que estudia els ritmes biològics, fa referència a la cronobiologia on s'avalua, la recurrència d'un fenomen biològic en intervals regulars o períodes de temps, creant un ritme patró i que es relaciona amb els cicles geofísics, com el cicle de dia i de nit i les variacions estacionals ¹. Els esdeveniments geofísics amb influència als humans, implica als éssers vius un repte d'adaptació a les variacions cícliques del medi ambient.

Per tant, la cronobiologia nutricional es basa en el respecte dels ritmes biològics endògens (de la persona) amb l'alimentació, en sincronia amb els ritmes externs ² influenciats pels cicles geofísics de la Terra. La finalitat és potenciar un patró regular en els horaris dels menjats per aconseguir un estat de salut més òptim. Tenint en compte que l'aliment per ingerir i la quantitat sigui adient en funció de les circumstàncies personals.

Per últim, es remarca la importància de trobar un equilibri entre l'alimentació (amb horaris regulars), d'hàbits (destacant una regulació correcta de la son i d'exercici físic) i un estat de serenitat (per minimitzar l'estrès), amb la idea d'aconseguir una integració més eficient per millorar la salut i mantenir-la, tant en el present com en el futur ³.

1.3.- Conceptes, desenvolupament i antecedents:

La paraula ritme que prové del terme grec "rhythmos" està relacionat amb el fet de fluir, d'anar cap endavant ¹. Del perquè l'existència dels ritmes en els éssers vius és perquè generen ordre, potenciant una eficàcia més elevada i estalviant energia en els organismes. Es considera adient, comentar la diferència entre cicle i ritme. El cicle fa referència a l'ordre en que passen els diferents esdeveniments i quan arriba a l'últim succés torna a repetir-se el pas inicial; i els ritmes, és el temps que es triga en produir-se un cicle complert, és a dir, el temps que transcorre en donar una oscil·lació complerta (el temps per fer una oscil·lació completa també s'interpreta com un període). Per exemple si es parla de l'ordre de la seqüència del dia i la nit es tracta d'un cicle però si es té en compte el temps que cada 24 hores es repeteix la mateixa successió dia-nit es considera ritme ^{1,4}.

La rotació que realitza la Terra cada 24 hores i 4 minuts, fa possible les variacions del dia i la nit amb canvis ambientals de llum, de temperatura i de humitat que afecta als éssers vius d'una forma considerable. Durant l'evolució de la vida en el planeta, aquests ritmes diaris s'han anat incloent en la seva fisiologia i s'han transmet en els gens dels éssers vius. És a dir, els efectes de la rotació de la Terra estan presents en la nostra genètica i que influeixen en el funcionament del cos humà ¹.

Respecte a la translació de la Terra que és la volta completa que dona al Sol i que triga uns 365,242 dies, és la causa de la formació de les estacions de tardor, hivern, primavera i estiu amb les característiques de variació de llum diürna, de temperatura i humitat. S'observa en l'hemisferi nord, que cap a finals de juny es troben els dies més llargs i a finals de desembre els dies més curts, a l'hemisferi sud succeeix lo contrari. Aquestes diferències de llum diürna, es coneix com fotoperíode que fa referència al número d'hores diürnes. Aquests canvis els capta els éssers vius i alguns d'ells s'han adaptat del tal forma que han adquirit la propietat de la fotoperiodicitat que significa la capacitat d'alguns organismes de detectar els canvis de llum durant l'any per adaptar-se al medi natural de la millor forma possible.

Exemples d'adaptació en funció del fotoperíode i els canvis estacionals, podrien ser la migració de les aus, la hibernació d'alguns animals o les plantes, on algunes flors s'obren en determinades hores del dia, donant una aproximació quina hora del dia podria representar. Un altre cas seria la flor de pasqua típica de les festes de Nadal que floreix quan el dia té menys de 12,5 hores de llum. Altres ritmes diaris de les plantes, es troba en la fotosíntesis on l'emissió d'oxigen es produeix durant el dia. També s'ha observat que l'alga *Conyaulax poliedra* que té la capacitat de produir ritmes diaris, es tracta d'un organisme unicel·lular que té la característica de la luminescència, on a la nit emet una llum verd-blavosa, ja que, durant el dia capta la llum del Sol a través d'unes substàncies conegudes com luciferines. Aquesta flexibilitat d'adaptació és una eina que ajuda a sobreviure als organismes vius.

Altres cicles geofísics que tenen lloc a la Terra fa referència al lunar, és a dir, el moviment que realitza la Lluna en donar la volta a la Terra generant el mes lunar d'uns 28 dies i que coincideix amb el temps que triga la Lluna en donar una volta sobre si mateixa. Aquest cicle actua sobretot en les marees, marcant uns ritmes durant el dia de marea alta o baixa o els ritmes de les fases lunars amb una durada molt semblat als ritmes setmanals, planificats per la societat per distribuir i organitzar millor les tasques de la comunitat ¹.

Aquests cicles geofísics, s'han estudiat a través de la Geofísica, que forma part de la Geologia i que estudia l'estructura i composició de la Terra i els agents físics que la modifiquen, on s'inclou l'estudi de la relació Sol-Terra.

Respecte als antecedents de la Geofísica, ja en l'antiga Grècia es van trobar els primers estudis més "rigorosos" sobre la Terra i el cel i que també va aparèixer en altres cultures aquest interès com Xina i els Maies. Va destacar Erastótenes de Cirene on a finals del segle III A.C., va calcular el radi terrestre, la distància de la Terra i el Sol i la inclinació de l'eix planetari amb poc marge d'error.

El coneixement de la Terra es va potenciar a partir del Renaixement. El terme de Geofísica va ser utilitzat inicialment per Julius Fröble en 1834 i altres autors. Va aparèixer per primera vegada publicat en Alemanya a través d'Adolf Mühry en 1863 amb el títol de "Beitrag zur Geophysik und Klimatographie" i posteriorment en 1887 en el "Handbuch der Geophysik" per S. Günther. I la primera càtedra de geofísica va ser aconseguida per Emil Wiechert en 1898 en Göttingen en Alemanya.

Respecte als ritmes biològics, la ciència que els estudia és la Cronobiologia, el nom correspon al següent significat: Cronos (temps) i bios (vida) i logos (coneixement, estudi), indicant l'estudi dels efectes del temps en els éssers vius. Avalua les causes i els mecanismes que originen aquests ritmes ¹. Entenent que un ritme biològic és la recurrència d'un fenomen biològic en intervals regulars ⁵. **La cronobiologia analitza els processos de sincronització que es produeixen en els éssers vius** ⁶.

En resum, estudia, les variacions periòdiques que es presenten en els éssers vius i que s'han produït com efecte de l'adaptació a la vida sobre la Terra en resposta als diferents canvis geofísics. Aquesta ciència s'ha centrat principalment en els períodes més pròxims a la rotació de la Terra i en segon lloc al de la translació. Concretament als ritmes circadians i circanuals. **On 'ha observat que els ritmes biològics de les persones s'adapten als ritmes geofísics amb l'objectiu de sincronitzar-se entre ells per facilitar l'adaptació de l'humà al medi ambient.** ¹

Els ritmes biològics es tracta d'una eina que ajuda anticipar-se al canvi perquè un ésser viu tingui més capacitat per sobreviure i potenciar les seves actituds de protecció. La selecció natural ha permès que als organismes tinguin un

rellotge intern per mesurar el temps per augmentar les possibilitats de sobreviure¹.

Des de la cronobiologia, la unitat de temps que s'opta com a referència és el dia perquè es tracta del canvi ambiental que més modifica als éssers vius, per tant, el principal ritme que es considera és el circadià (circa prové del grec que significa aproximat), els que tenen una freqüència aproximada de 24 hores i que són generats pels propis organismes, és a dir de caràcter endogen. S'han format al llarg de l'evolució per adaptar als éssers vius a les variacions entre el dia i la nit i s'han quedat inclosos en la genètica humana. La gran part de les variables fisiològiques i conductuals de les persones tenen ritmes circadians.

Aquests ritmes circadians van ser denominats per fisiòleg d'Estats Units d'origen Centreeuropeu Franz Halberg en 1959.

Tenint com a referència la unitat de temps el dia, els ritmes biològics es classifiquen en: circadians, ultradians i infradians.^{1,7}

Els antecedents de la cronobiologia, cal tenir en compte que es tracta d'una ciència bastant nova, ja que, es va reconèixer com disciplina científica en els anys seixanta, però anteriorment des de l'antiguitat encara que no s'havia definit aquesta ciència si que es va observar, estudiar i relacionar els ritmes sobre la Terra i els éssers vius. Es presenta una síntesi resumida:

- Les primeres referències científiques es van trobar en els textos grecs, on Andròstenes de Tasos (325 AC) que acompanyava a Alejandro Magno en les seves expedicions, va estudiar el moviment de les fulles del Tamarindus indicus, que s'obren durant el dia i es tanquen per la nit.

- El metge grec Hipòcrates, pare de la medicina occidental (460 aC i 370 AC), va observar les fluctuacions dels símptomes d'algunes malalties i va considerar que la regularitat era una senyal de salut. A més va deixar escrit: "Qui vulgui investigar en la medicina tindrà que considerar les estacions de l'any i els efectes que produeixen en cadascuna d'elles". Cal tenir en compte, que la medicina grega era holística, és a dir, considerava el cos en la seva totalitat, tant físic, mental i espiritual i s'integrava amb una connexió amb els cicles naturals.

- El metge romà Caelius Aurelianus (segle V), va valorar els ritmes de les malalties i va observar que els atacs de l'asma són més freqüents per la nit i a l'hivern.

- L'existència dels ritmes en els éssers vius va ser exposada pel naturalista Carl Von Linné (segle XVIII), va estudiar que els pètals de diferents flors s'obrien i es tancaven en temps regulars. Va dissenyar un "Rellotge floral", es tractava d'un jardí amb plantes on les flors s'obrien a diferents hores del dia i observant el tipus de flor que s'havia obert, podia deduir de quina hora es tractava.

- El primer que va descriure d'una forma molt detallada els ritmes dels humans, va ser Sanctorius de Padua (1561-1636), era metge i fisiòleg italià.

- En 1729 el botànic Jean-Jacques d'Ortous de Mairan va presentar a la Real Acadèmia de Ciències de París el moviment periòdic de les fulles d'una espècie de mimosa que és una planta que durant el dia obre les fulles i de nit les tanca. La finalitat era demostrar la propietat que el ritme era d'origen endogen.

- En 1814 es va publicar la tesis titulada "Efémérides de la vida humana o investigación sobre los cambios diarios y la periodicidad de sus fenómenos en la salud y las enfermedades" a través del farmacèutic francès Julien-Joseph Virey que va obtenir el doctorat a través d'aquesta tesis. Es destacava els ritmes biològics i la utilitat de considerar l'hora del dia per administrar determinats medicaments.

- Els treballs publicats per William Oble en 1866, referent a la temperatura de les persones. Va exposar que la temperatura puja pel matí abans de llevar-se, arriba un màxim per la tarda i comença a disminuir quan encara s'està despert, on aquestes variacions poden realitzar-se sense influència de canvi extern. Va observar que aquests ritmes tenien un caràcter endogen.

- La primera proposta que els animals tenen un sentit per la mesura del temps va ser el metge suís Auguste-Henri Forel (1848-1931) que també era un gran aficionat a la entomologia (ciència que estudia els insectes) que va escriure un tractat sobre la vida social de les formigues.

- En 1960 es produeix la celebració dels Simposio (reunió d'especialistes d'una matèria per tractar i discutir sobre un tema relacionat amb la seva especialitat) sobre Rellotges Biològics (primera vegada que s'introdueix aquest concepte) del Cold Sping Harbor que és quan es considera l'inici de la cronobiologia científica moderna.

- Karl von Frisch, etòleg i premi Nobel de Fisiologia - Medicina en 1973 en col·laboració amb Konrad Lorenz i Nikolaas Tinbergen, van demostrar la mediació del temps per part de les abelles.

- Jürgen Aschoff (1913-1998), metge, naturalista alemany va estudiar la ritmicitat d'un gran número d'espècies animals i de persones. El científic va exposar en el simposio la regla que relaciona el període d'un ritme circadià amb la intensitat de la llum ambiental.

- Colin Pittendrigh (1918-1996), biòleg britànic i que es va anar a viure a Estats Units, va investigar sobre el ritme d'eclosió dels ous de les mosques *Drosophila pseudoobscura* que té lloc de forma regular cada 24 hores aproximades. Va escriure 5 articles, considerats com clàssics dins de l'àmbit de la cronobiologia.

Jürgen Aschoff i Colin Pittendrigh es consideren els fundadors de la cronobiologia moderna.¹

- En el segle XX, desenvolupament de la cronobiologia nutricional i les seves relacions amb la nutrigenètica. A més, de potenciar altres aplicacions de la cronobiologia a nivell: de la medicina per ajudar al diagnòstic i tractament de les patologies, psicològic per saber quin moment és més idoni per obtenir un rendiment més alt psíquicament, físic, per exemple tenir-ho en compte per esportistes professionals. També ha permès analitzar els canvis d'horaris i les seves possibles conseqüències per motius laborals, jet lag o altres.

La cronobiologia nutricional o cronutrició, s'entén com una branca de ciències de la salut amb la finalitat d'aplicar en el camp de la nutrició els coneixements de la cronobiologia, per potenciar la salut i millorar determinades patologies a través de l'alimentació com podria ser la diabetis i obesitat, entre altres. S'han fet estudis satisfactoris per utilitzar aquest tipus de nutrició com el tractament de sobrepès.

Alguns estudis previs que s'han realitzat en la crononutrició es concreta en:

- En el 2009 es van fer estudis experimentals en animals, realitzant inversions de cicles d'alimentació i dejú, sense canvis en la ingesta calòrica i s'ocasionava un augment de pes considerable.

- En el 2013 Jakubowiz et al, durant 12 setmanes van demostrar que les persones que ingerien 700 kcal durant l'esmorzar perdien més pes que aquelles que ingerien aquestes 700 kcal al vespre.

- A través d'un estudi de col·laboració per la Universitat de Murcia, Universitat de Harvard i Universitat de Tufts, publicat en el 2013 per Garaulet et al, van confirmar que l'àpat principal del dia era predictiu per la pèrdua de pes.

- I en el 2014, un estudi realitzat per Bandit et al, van deduir que quan es menja tard el menjar principal, es reduïa: la tolerància a la glucosa, el quocient respiratori i es consumeix menys energia basal, donant lloc a una menor pèrdua de pes⁶.

Per tant, arrel d'aquestes investigacions, es confirma que hi ha una forta connexió entre el moment d'ingerir l'aliment i la reacció de les funcions corporals que poden ser constructives per la salut, si l'alimentació es realitza amb una regularitat i a unes hores adients en funció dels ritmes biològics interns que s'han desenvolupat al llarg de l'evolució de la vida dels humans.

2.- Objectiu:

Demostrar que hi ha una relació entre els ritmes biològics de les persones i el moment d'ingerir els aliments (incloent que els aliments siguin adequats i amb una quantitat adient) per potenciar un estat de salut més eficient i que aquesta connexió està influenciada amb els cicles geofísics de la Terra.

2.1.- Objectius específics:

1.- Relacionar els ritmes Geofísics de la Terra amb els ritmes biològics de les persones i descriure les seves sincronitzacions.

2. Conèixer com funciona el rellotge intern mestre/principal i altres rellotges endògens dels humans per entendre:

2.1.- L'engranatge del rellotge biològic central amb els rellotges perifèrics que actuen sobre alguns òrgans.

2.2.- Com està format el Sistema circadià.

2.3.- Les variables que poden participar per sincronitzar els rellotges endògens i millorar els ritmes circadians.

3.- Determinar quines poden ser les causes per generar una cronodisrupció i les conseqüències patològiques que es poden presentar.

4.- Desenvolupar la relació entre la cronobiologia i nutrició:

4.1.- Determinar la connexió entre el moment de la ingesta de l'aliment i els ritmes biològics de les persones i com la "Cronosincronització" nutricional pot aportar efectes positius sobre la salut.

4.2.- Observar quines patologies potencials poden ser causes d'una cronodisrupció alimentària.

4.3.- Tractar la regulació del sobrepès a través de la cronodieta.

4.4.- Exposar exemple menú de crononutrició/cronodieta com a eina d'orientació nutricional:

4.4.1.- Proposta d'horaris per realitzar un menú, respectant els ritmes biològics de la persona.

4.4.2.- Adaptació menú de cronodieta.

3.- Metodologia:

Per la realització del Projecte SINCRONITZACIÓ DE LA CRONOBIOLOGIA NUTRICIONAL AMB ELS CICLES GEOFÍSICS DE LA TERRA, s'ha consultat revistes científiques especificades a la bibliografia, bases de dades de l'àmbit de la medicina (elsevier, scielo, pubmed, proquest central, cochrane, scopus i scirus) i llibres de l'àmbit de la cronobiologia, cronobiologia nutricional, crononutrició, cronodieta i ritmes biològics de la vida. Aquesta informació va des de 1990 fins l'actualitat.

Les paraules claus que més s'han utilitzat són: cronobiologia nutricional, crononutrició, cronobiologia, cronodieta, cronodisrupció, obesitat, cronobiologia clínica, cronoteràpia, dieta, ritmes biològics, la Terra i ritmes, salut laboral i alimentació, ritmonutrició, ritme circadià, cronobiologia i obesitat, rellotge biològic, geofísica i sincronització per l'aliment, entre altres.

Per l'elaboració d'aquest projecte, s'ha fet a través de diverses consultes per internet (revistes científiques i bases de dades de medicina) i de llibres, contrarestant amb els diferents estudis que s'han realitzat sobre aquest tema. El motiu d'optar per aquesta metodologia és perquè s'ha considerat adient realitzar un recull dels diferents estudis i unificar aquesta informació, ja que, he observat que es troba d'una forma repartida per diferents tipus de vies de consulta i que dificulta la seva cerca per poder profunditzar en aquesta àrea.

S'intenta a través de la recopilació conjunta, facilitar la informació d'una forma més amplia i més fàcil per contrarestar els resultats dels diferents experiments científics, i així, extreure unes conclusions més comparatives i segures.

La finalitat de recopilar tota aquesta documentació, ha sigut per una banda per relacionar la cronobiologia, l'alimentació i els ritmes geofísics de la Terra, com una ampliació dels estudis previs que s'han fet al llarg de la història sobre la cronobiologia i la cronobiologia nutricional, i per l'altra banda per demostrar l'existència d'aquesta relació en la salut de les persones.

De les cerques realitzades, finalment s'han utilitzat per aquest projecte 35 bibliografies repartides entre llibres i revistes científiques, localitzades a través de les bases de dades científiques mèdiques.

4.- Anàlisis i resultats:

4.1.- Sincronitzacions entre els ritmes geofísics de la Terra i els ritmes endògens de les persones:

Des dels orígens de la vida, tots els organismes estan influenciats pels ritmes geofísics amb una periodicitat constant i que han arribat a impregnar-se en els éssers vius. Es pot observar en el cas del ritme de dia i la nit que afecta a les variables fisiològiques de les persones, actuant per exemple sobre els ritmes hormonals, la pressió arterial i la temperatura corporal⁸, és a dir, la Terra a girar sobre si mateixa amb un període de 24 hores i 4 minuts, origina el dia i la nit produint canvis de llum, de temperatura i d'humitat que influeix de forma significativa a la vida de les persones¹.

Per una altra banda, els ritmes geofísics es caracteritzen per l'existència dels moviments de la Terra i de la lluna en relació amb el Sol. En aquests cicles geofísics/ambientals trobem els dies, les marees, les fases lunars i les estacions de l'any⁹.

Un ritme biològic, s'entén com una variació oscil·lant amb un període constant i que es poden classificar segons el temps de duració:

a) Ritme Circadià: Fa referència al que es troba al voltant de 24 hores, concretament entre les 20 i 28 hores. Tenen una freqüència al voltant d'un dia. En aquest cas es considera que el cicle de dia i la nit, al llarg de l'evolució, els organismes s'han adaptat a aquestes variacions i s'han inclòs en la seva genètica, produint ritmes endògens com per exemple l'alternança de la vigília i la son (ritmes conductuals), la temperatura corporal i ritmes diaris hormonals (cortisol-melatonina). És el ritme on els cicles geofísics tenen més influència sobre els éssers vius.

b) Ritme Ultradià: Tenen una duració inferior a 20 hores i per tant, una freqüència superior a la diària que inclou: el batet del cor, el ritme de la respiració, la secreció de l'hormona de creixement (cada 3 a 4 hores), els canvis de les diferents fases de la son (aprox. cada 90 minuts) o els ritmes circamareals.

c) Ritme infradià: La seva freqüència és superior a un dia, és a dir, superior a les 28 hores. Com seria els que tenen un ritme aproximat a un any, per exemple: les estacions, la migració de les aus, la hibernació i la floració de les plantes^{1,2}.

L'existència dels ritmes biològics es té coneixement des de l'antiguitat, però la primera vegada que es va confirmar la naturalesa endògena de ritmes diaris en els organismes va ser en 1729 per l'astrònom francès Jean-Jacques Dortous de Mairan.

En la **figura 1** s'observa els ritmes d'apertura de les fulles d'una espècie de mimosa, on de nit plega les fulles i de dia s'obren. Aquesta planta també es va col·locar al interior d'una caixa per evitar l'entrada de la llum i va observar que seguia existint el ritme de les fulles en condicions ambientals constants. Havia un forat petit en la caixa per on sortia un fil que connectava amb una de les branques per constatar a través d'un aparell de registre, la gravació a través d'un paper el moviment d'aquestes branques, demostrant que quan era de dia encara que la planta es trobés en la foscor, igualment s'obrien les seves fulles^{1,2}.

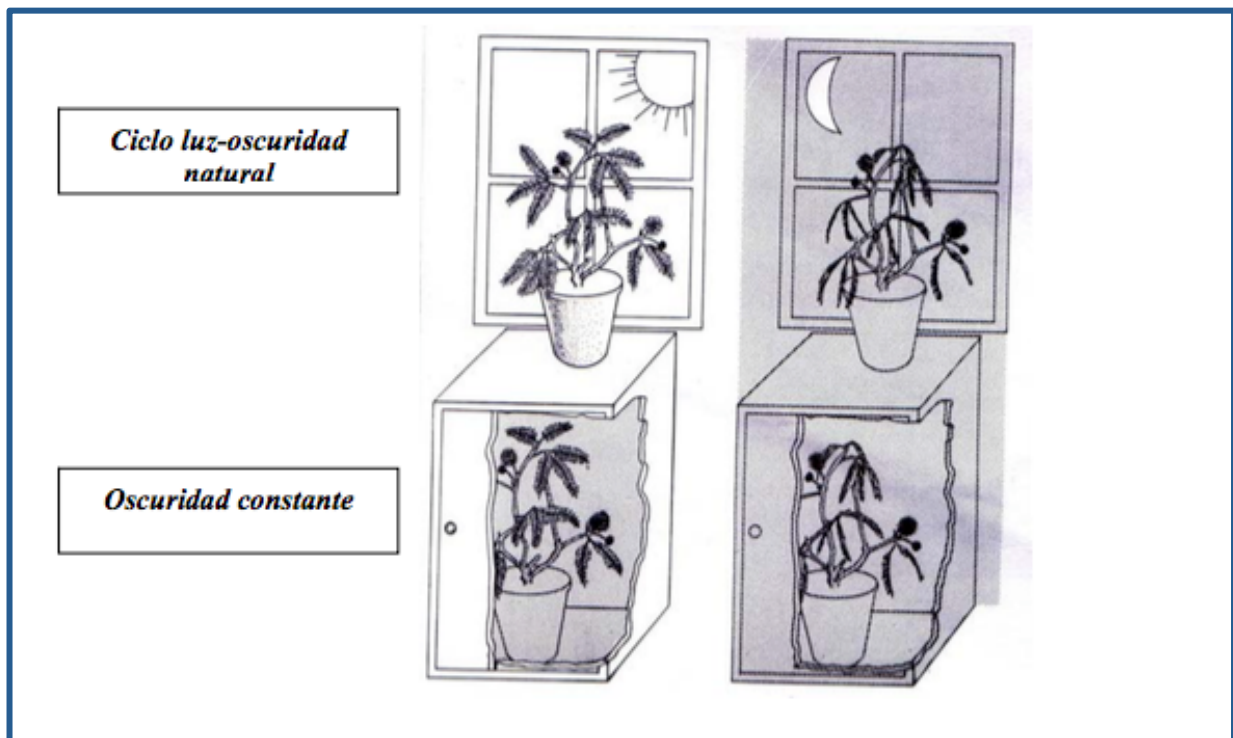


Figura 1. Font: Moore Ede et al.

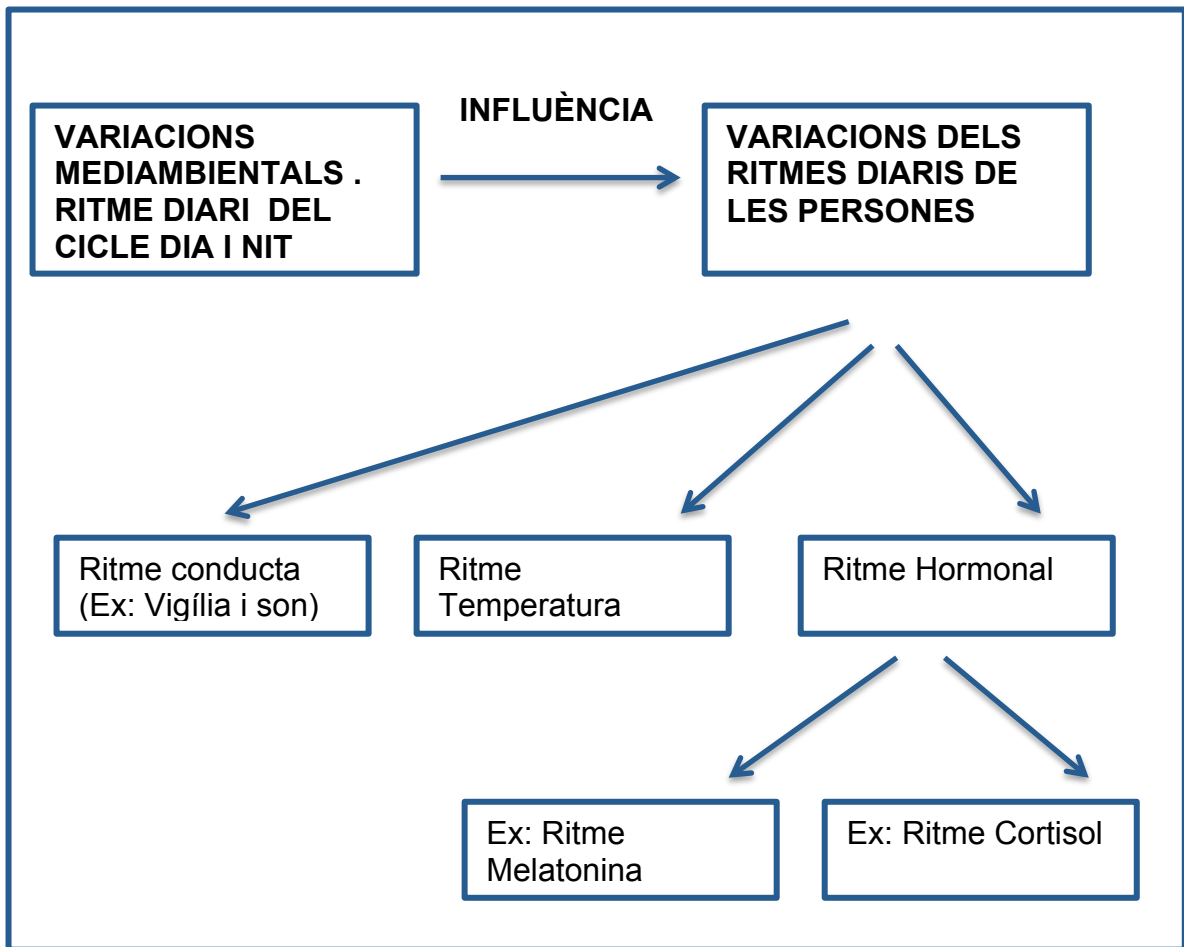
Els estudis que s'han fet sobre la sincronització entre els cicles geofísics i els ritmes endògens de les persones, s'ha comprovat el següent:

Que les variacions de la temperatura dels humans durant el cicle de vigília i de son tenen un ritme circadià, on el valor mínim correspon als nivells màxims de melatonina en la sang. A l'aixecar-se del llit la temperatura corporal és baixa, va augmentant al llarg del dia fins a arribar a un màxim per la tarda i al vespre i a la mitjanit es troben valors mínims ¹.

Un experiment que va realitzar el metge i fisiològic italià Sanctorius de Padua (1561-1636) que va ser el primer que va descriure el ritme de les persones d'una forma més detallada, consistia en analitzar sobre els canvis de temperatura, respiració i pes corporal sobre el seu propi cos durant més de 30 anys. Anotava els valors del seu pes corporal, pesant-se cada dia varies vegades, on afegia el pes dels tots els aliments que consumia i els fluids que eliminava. I va descobrir que el pes corporal tenia un ritme diari i que era inferior pels matins i augmentava als vespres. També va observar diàriament la freqüència cardíaca a través del pulsilogium que va ser inventat per ell i que es tractava d'un aparell que mesurava el pols.

Respecte al ritme de la temperatura corporal de les persones, va ser desenvolupat també per William Ogle publicat en 1866 on va confirmar que la temperatura comença a augmentar pel matí abans de aixecar-se fins a un màxim per la tarda i posteriorment s'inicia la seva disminució ¹.

En **l'esquema 1** es pretén relacionar canvis geofísics del dia i la nit i la seva influència dels ritmes diaris de les persones sobre: la conducta de la vigília-son, la temperatura corporal i hormonal (cortisol-melatonina) ².



Esquema 1: Variacions dels ritmes diaris de les persones en funció del cicle de dia i nit.

4.2.- Els ritmes biològics dels humans a través de la coordinació del rellotge mestre i rellotges perifèrics endògens:

En aquest apartat, té la finalitat de definir que és un rellotge intern mestre circadià central i rellotges secundaris perifèrics i quina és la seva relació.

També es tindrà en compte les seves sincronitzacions per millorar els ritmes circadians i profunditzar de com està format el Sistema circadià.

Els éssers vius per adaptar-se a la vida del Planeta Terra, han tingut que desenvolupar sincronitzacions amb les variants del medi ambient extern com un instrument de anticipació als esdeveniments naturals per tenir més probabilitat de supervivència perquè ajudava anticipar-se als canvis ambientals i per tant servia per protegir-se i saber quin era el moment més adient per alimentar-se¹⁰. Aquestes sincronitzacions s'han fet a través:

- D'un rellotge intern principal/mestre que es va originar com a conseqüència a l'adaptació als cicles geofísics, principalment el cicle de dia-nit, conegut també com ritme circadià pel temps de duració de 24 h.

- I també per altres rellotges/oscil·ladors secundaris perifèrics que també tenen ritmes endògens i normalment estan sincronitzats amb el rellotge principal.

La selecció natural de l'evolució dels organismes, ha inclòs aquest engranatge de rellotges interns en la seva genètica i que s'ha transmet a través de l'herència amb l'objectiu de potenciar un equilibri entre el cos de la persona i el medi ambient que l'envolta per optimitzar les seves condicions físiques, mentals i emocionals i tenir més possibilitats de superar els reptes de la vida.

El rellotge principal s'ubica en el nucli supraquiàsmatic de l'hipotàlem (NSQ) i està format per dos petits nuclis d'unes 20.000 neurones comunicades entre sí, formant una xarxa que es troben als dos costats del tercer ventricle ^{1,5}. Els NSQ generen espontàniament activitat elèctrica contínua i de forma rítmica ¹.

L'experiment que es va fer per trobar la ubicació del NSQ va ser en 1972 quan dos grups investigadors de la Universitat de Califòrnia (Friedrich K. Stephan e Irving Zucker) i de la Universitat de Chicago (Robert Moore i Victor Eichler), van buscar el rellotge intern principal en la trajectòria que va des de l'ull fins al cervell, identificant l'estructura dels dos nuclis supraquiasmàtics (NSQ) que es troben dins l'hipotàlem ¹.

Posteriorment, per comprovar que els nuclis supraquiasmàtics eren realment el rellotge intern principal circadià, es van fer diferents experiments, un d'ells consistia a partir d'un hámster que van trobar amb un ritme de 21 hores, on cada dia iniciava abans la seva activitat i el seu somni en comparació amb els altres hámsters normals que era de 24 h. Es va observar, que si un animal normal li feien un transplantament amb teixit fetal dels NSQ d'un animal mutant (21 h), el que ho rebia, canviava a un ritme de 21 h. Es va demostrar que els NSQ eren els responsables dels ritmes circadians ¹.

També es va descobrir, a nivell genètic, que el conjunt de gens i de proteïnes presents en cada una de les neurones dels nuclis supraquiasmàtics, s'alternen (és a dir, els passos que transcorren des de la transcripció de l'ADN fins finalment a la formació de la proteïna corresponent) amb un ritme de període aproximat de 24 h. Un dels primers estudis sobre la genètica del rellotge circadià, es va realitzar en 1971 per Konopka i Benzer a través de la mosca *Drosophila*. I respecte al seu caràcter hereditari dels ritmes d'aquests gens rellotge, es van confirmar a través de bastants estudis realitzats sobre ratolins ¹.

En l'evolució d'aquestes investigacions, es va veure, que les cèl·lules dels nuclis supraquiasmàtics no eren les úniques on es trobaven els gens rellotge, és a dir, apart del cervell, també es van identificar en el cor, el fetge, **intestins**,

el pàncrees i la pell. Aquestes oscil·lacions dels òrgans esmentats, es reconeixen com rellotges o oscil·ladors perifèrics. Però com aquests gens rellotges/oscil·ladors perifèrics estan en òrgans i al no ser neurones, no tenen tanta autonomia com els que corresponen als NSQ. De fet, els rellotges/oscil·ladors perifèrics reben senyals periòdiques dels NSQ.

El rellotge central té l'objectiu d'aconseguir la sincronització interna, ajustant els rellotges perifèrics per dos vies:

- Via directa: Senyals circadianes dels NSQ a través del sistema nerviós autònom (vegetatiu).

- Via indirecta: Senyals circadianes dels NSQ de dos ritmes hormonals, és a dir, per la secreció nocturna de la melatonina a través de la glàndula pineal i la secreció del cortisol per la glàndula suprarenal ².

El rellotge central dels NSQ envia senyals circadianes als rellotges perifèrics: cor, pàncrees, fetge, intestins i teixit adipós.

S'anomena Sistema circadià als ritmes circadians de les persones i la seva sincronització amb el medi ambient que l'envolta i que està format pel rellotge intern central i per altres rellotges secundaris perifèrics ¹.

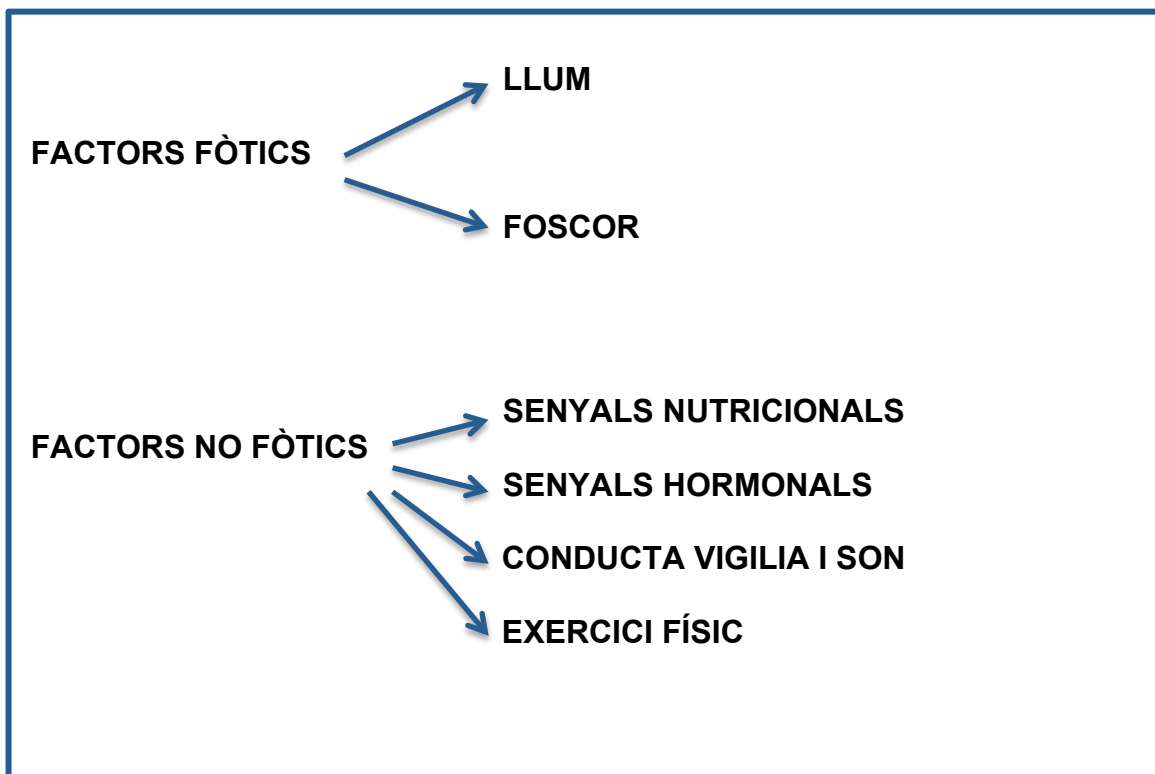
La finalitat és aconseguir sincronitzar-se amb el rellotge central, perifèrics i el medi ambient que l'envolta.

En la següent **figura 2** s'observa un esquema de l'organització general dels Sistema circadià.

llum però que eren diferents a les cèl·lules que intervenen al procés de la visió. Aquestes cèl·lules contenen un substància que s'anomena melanopsina que formen part d'un 3% de les cèl·lules ganglionars, on porten la informació fòtica per una via diferent a la visual, ja que, la transporten als NSQ, per tant, encara que no serveixen per donar imatge, si que tenen la utilitat de facilitar al cervell la informació sobre la llum existent i així ajudar al posar en hora el rellotge intern ^{1,12}.

Respecte a les vies de sortida dels NSQ, s'ha avaluat que la informació rebuda per la via d'entrada provoca una reacció en els patrons del comportament, de la vigília i de la son, la temperatura corporal, als centres neuroendocrins i als òrgans perifèrics ¹².

A l'**esquema 2**, s'especifica els sincronitzadors principals fòtics i no fòtics que actuen sobre el rellotge biològic intern central dels humans per posar-ho en hora ²:



Esquema 2: Factors fòtics i no fòtics que tenen influència sobre els NSQ.

I en la **figura 3**, s'especifica un esquema sobre la relació entre el rellotge geofísic, el rellotge intern central i els rellotges secundaris perifèrics.

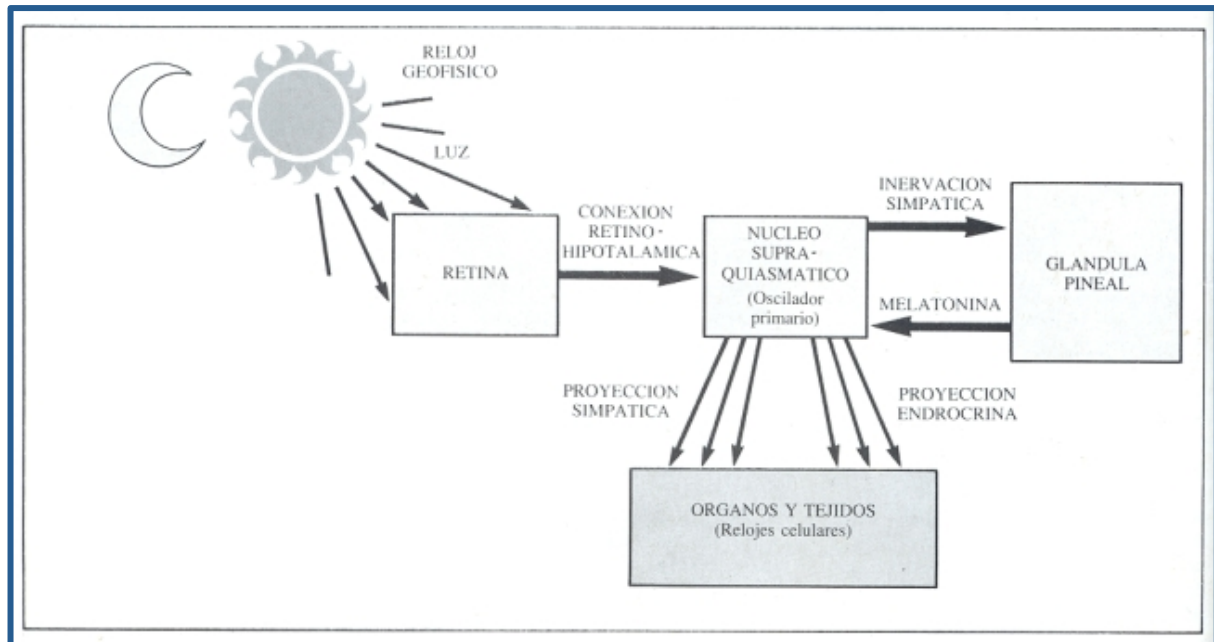


Figura 3: Relació del rellotge geofísic i el rellotge del NSQ

Les variables que poden participar per sincronitzar els rellotges endògens i millorar els ritmes circadians serien: Aprofitar el dia per fer les activitats i el repòs per la nit (a mida que es pugui). Aixecar-se a la mateixa hora, ajudaria a regular els ritmes. Realitzar aproximadament en el mateix horari la pràctica d'exercici físic. També ajudaria a establir contactes socials d'una forma regular. I respecte a l'horari dels àpats, és un bon sincronitzador pel rellotge intern, ja que, el cos es prepara per la ingesta d'aliments abans de menjar ¹ si es realitza amb una regularitat.

4.3.- Cronodisrupció i possibles patologies derivades:

Es defineix com cronodisrupció l'alteració del funcionament del Sistema circadià, és a dir, la ruptura entre els ritmes circadians interns i els cicles medi ambientals. En els últims temps, cada vegada s'ha anat potenciant una discordança més gran entre els hàbits de les persones i els sincronitzadors de naturalesa ambiental, com seria el cas del cicle llum-fosc. Els motius poden ser per exemple: la poca exposició a la llum del Sol, treballs per torns, abús de llum artificial nocturna per altres activitats, l'augment de l'edat que pot produir una disminució de la funcionalitat dels NSQ, per la reducció del temps destinat a dormir ¹³, per hàbits d'ingesta alimentària desorganitzats i pels canvis d'horaris grans per viatges llargs, provocant un malestar a la persona per la falta d'adaptació al nou horari, anomenat Jet lag.

S'han fet estudis epidemiològics que han posar en rellevància estadística entre la cronodisrupció i l'augment de: alteracions metabòliques, malalties cardiovasculars, deteriorament cognitiu, trastorns afectius, alteracions de la son, envelliment prematur entre altres ^{13,14}. L'estudi que relaciona la malaltia amb les alteracions dels ritmes biològics, s'anomena cronopatologia ^{8,15}.

Per exemple en el cas del treball per torns, es produeix una discordança entre el temps que marca el rellotge intern i l'horari laboral, concretament, es treballa quan el rellotge intern central indica una pauta d'anar a dormir. Aquesta falta de coordinació pot implicar, insomni, més depressió, estrès i fatiga crònica. També s'associa trastorns de tipus digestiu, com seria l'estrenyiment o diarrea, acidesa d'estómac o úlceres gàstriques, ja que, els ritmes del sistema digestiu estan alterats. S'afegeix que hi ha més possibilitat d'increment de colesterol i triglicèrids en el plasma per dinar en canvis d'hores continus. S'ha observat que hi ha més sensibilitat per desenvolupar hipertensió, més alteracions cardiovasculars ¹, tolerància disminuïda a la glucosa i resistència a la insulina i desenvolupament de l'obesitat, una de les causes podria ser per fer àpats més desplaçats cap a hores nocturnes ^{13,16,17,18,19}.

S'han fet diferents experiments per confirmar aquestes alteracions esmentades. Per exemple investigant sobre el treball per torns, s'han utilitzat animals a treballar durant el temps de repòs, és a dir, s'ubicava l'animal a una roda que gira de forma automàtica, estimuland-lo a caminar sobre aquesta roda durant aquesta fase.

I per una altra banda, s'han fet models d'estudi a on els animals s'alimentaven durant la fase de repòs i s'observava que guanyaven més pes en comparació si l'horari de alimentació coincidia amb la fase de l'activitat ¹³.

També s'han realitzat investigacions on s'ha confirmat que l'exposició de llum brillant durant el dia pot millorar determinades patologies, per exemple en persones que estan afectades per la depressió estacional, per l'alzheimer que milloren en un setmana d'exposició de llum diürna (2500 lx durant dos hores o 10.000 lux durant 30 minuts). Aquesta exposició de llum diürna també ajuda a la secreció nocturna de la melatonina en persones grans que pateixen insomni i ancians saludables. S'aconsella que en els casos que es necessiti llum nocturna, tindria que ser pobre en l'espectre blau i enriquida en tonalitats càlides ¹³.

Respecte al treball per torns, algunes mesures per disminuir les disrupcions circadianes podrien ser:

- Els treballadors que treballin per la nit, s'aconsella anar a dormir no més tard de les 9:00 am per tenir la possibilitat de gaudir per la tarda unes hores amb la família per ajudar a minimitzar l'estrès laboral.

- També es planteja l'opció de dormir un parell d'hores abans de començar el torn.
- Es recomana que l'exposició de la llum sigui de intensitat mitja durant el treball per torns per promoure l'adaptació circadiana.
- Està en estudi de valoració, el reemplaçament per via oral de melatonina per la seva disminució²⁰.

4.4.- Cronobiologia nutricional:

En el desenvolupament de la relació entre la cronobiologia i la nutrició, en aquest projecte s'estructura bàsicament en 4 punts que fan referència a:

- 4.4.1.- Constatar de l'existència de crononutrició entre el moment de la ingesta de l'aliment i els ritmes biològics interns dels humans i els seus efectes sobre la salut.
- 4.4.2.- Esmentar quines poden ser les causes que poden provocar una cronodisrupció a través de l'alimentació.
- 4.4.3.- Explicar quina altra via alternativa es pot aplicar per la reducció del sobrepès/obesitat a través de la cronodieta.
- 4.4.4.- Posar un exemple de menú respectant les directrius de la cronobiologia nutricional, és a dir, tenint en compte els ritmes biològics de les persones i l'adaptació del menú orientatiu indicat per la disminució de pes.

Es remarca que la cronobiologia nutricional, és aplicar els coneixements dels ritmes biològics interns dels humans a l'alimentació influenciats de forma significativa amb els cicles geofísics de la Terra. La finalitat és crear i adaptar una dieta integrada amb els ritmes de la naturalesa per les persones, tenint en compte, el tipus d'aliment, la quantitat en funció de les seves necessitats i el moment més adient per ingerir l'aliment.

En els següents punts, s'exposa la relació existent entre la cronobiologia i la nutrició.

4.4.1.- Constatar de l'existència de crononutrició entre el moment de la ingesta de l'aliment i els ritmes biològics interns dels humans i els seus efectes sobre la salut:

La crononutrició és la part de la cronobiologia que analitza quin és el moment més adient per alimentar-se durant el dia, considerant els ritmes biològics de les persones.

Per una altra banda, el fet de menjar aproximadament cada dia a la mateixa hora, és una forma de sincronitza-se amb els rellotges interns.

En la **figura 4**, s'observa dos potents sincronitzadors circadians i que actuen en diferent nivell sobre el Sistema Circadià ⁹:

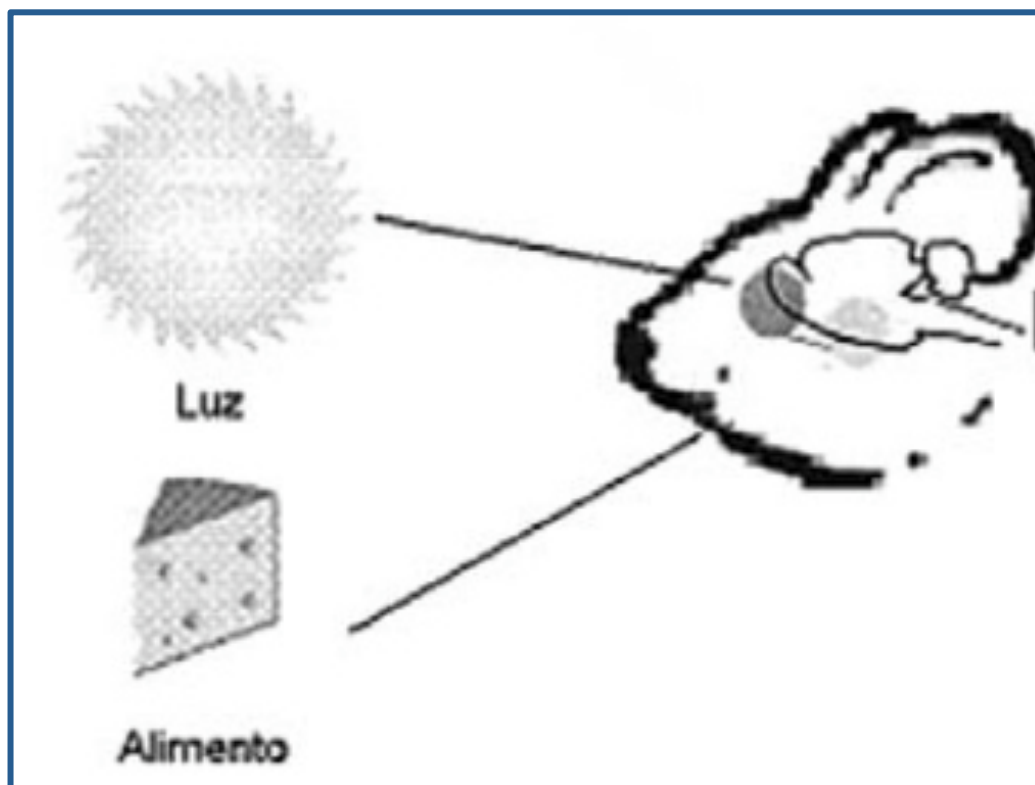


Figura 4: S'observa dos potents sincronitzadors en el Sistema Circadià (les senyals de la llum Solar i les senyals nutricionals)

S'entén com "rellotge alimentari" com un xarxa d'estructures cerebrals oscil·lants que estaria sincronitzada per senyals nutricionals perifèriques relacionades amb la ingesta d'aliments. Té una funció de control circadià en la ingesta alimentària. La capacitat d'anticipar-se (tenir la sensació de gana) a la hora d'un menjar futur, estaria controlada per aquest rellotge.

Estudis realitzats per Franz Halberg, en els anys 70 del segle XX en Minnesota, va demostrar que els individus que segueixen una dieta equilibrada i formada per solament un àpat al dia de 2000 kcal, perdien de pes 1 a 2 kg en una setmana, si ho feien al matí, però en canvi, si aquest menjar ho realitzaven al vespre no variaven de pes o inclòs podia augmentar una mica el pes ¹.

A nivell metabòlic, s'ha confirmat que els àpats que es consumeixen al vespre provoquen més secreció d'insulina en comparació als que es realitzen al matí, on l'entrada de la glucosa pot potenciar major acumulació de greix. Per tant, la costum de fer un àpat per la nit de forma exclusiva i regular, pot afavorir l'adipogènesis ².

Altres estudis que s'han fet, es troba per exemple als corresponents a la Facultat de Medicina de la UNAM (Universitat Nacional Autònoma de Mèxic) que és va aplicar sobre ratolins, on es valorava les respostes davant de restriccions d'accés alimentaris durant unes hores determinades durant el dia i s'observava una modificació de la distribució temporal de la conducta dels ratolins on augmentava l'activitat locomotora de la cerca de l'aliment durant les 3 o 4 hores prèvies a l'accés de l'aliment, que es coneix com activitat d'anticipació de l'aliment. L'aplicació d'horaris restringits en el subministrament de l'aliment, s'ha comprovat que es sincronitza amb els processos fisiològics, per exemple, s'ha vist que el ritme plasmàtic de la corticosterona en els ratolins, es mostra baix en condicions de lliure accés a l'aliment, manifestant un ritme diürn amb un pic a iniciar-se el vespre, en canvi, al restringir l'aliment en determinades hores, es modifica aquest ritme, on el pic de la corticosterona es desfasa i es manifesta durant el interval en que els ratolins s'anticipen a l'aliment. També s'ha comprovat, que amb aquests horaris restringits en l'accés de l'aliment, es provoca una sincronització amb l'activitat del duodè i la secreció d'enzims gàstrics, confirmant igualment una resposta d'anticipació sobre l'aliment.

Per tant, es comprova a través del grup d'investigació d'aquesta Universitat, que quan l'aliment es restringeix a dos hores diàries durant 2 a 3 setmanes, els ritmes circadians dels processos endocrins, es sincronitzen prioritzant els horaris d'alimentació i per tant, poden perdre el seu ajustament amb l'alternança del dia i la nit. Els processos de balanç energètic s'adapta a una dinàmica temporal, és a dir, es produeix un estat catabòlic a les hores prèvies a l'aliment, seguit per un estat anabòlic posterior al consum dels nutrients. També s'ha constatat, que en la fase d'anticipació amb l'estómac buit, es presenta nivell alts d'àcids grassos i cossos cetònics en sang, en comparació, al moment posterior de l'accés de l'aliment, on augmenta la glucosa, la insulina i la leptina.

En resum, s'observa una relació important sobre el moment de la ingesta de l'aliment i les seves influències en el sistema endocrí i balanç energètic, on en funció en que horari es realitzi el consum de nutrients, els ritmes de les funcions fisiològiques es poden modificar ^{12, 21}.

4.4.2.- Esmentar quines poden ser les causes que poden provocar una cronodisrupció a través de l'alimentació:

S'entén com a cronodisrupció (CD), la interrupció o desincronització interna dels sistema circadià ²². També es defineix com una alteració rellevant del funcionament del sistema circadià, concretament, de l'ordre temporal intern dels ritmes circadians bioquímics, fisiològics i de comportament. Representa la ruptura de la relació entre els ritmes circadians interns i els cicles del medi ambient extern que l'envolta ¹³.

Els ritmes circadians (del llatí circa diem, aproximadament un dia), forma part innata de la vida dels humans. El funcionament adient d'aquests ritmes endògens, contribueix als organismes vius a preveure i anticipar-se als canvis ambientals externs, a més de facilitar l'adaptació temporal de les seves funcions fisiològiques i conductuals als canvis externs ²².

Hi ha algunes activitats de les persones com la reducció del temps destinat a la son, la irregularitat interdiària de la son i vigília per l'efecte Jet-lag, el treball per torns, l'augment de l'exposició de la llum brillant durant la nit, el Jet-lag social (on s'inclou activitats nocturnes per estudi o oci) que poden ocasionar la pèrdua de la percepció dels ritmes interns i externs ²².

Respecte a les modificacions dels hàbits alimentaris, on s'inclou la quantitat, la qualitat i la freqüència dels àpats, s'ha observat una relació significativa, amb la incidència de sobrepès, obesitat, diabetis mellitus tipus 2, dislipèmia, intolerància a la glucosa i hipertensió arterial, entre altres. Aquest conjunt de patologies es coneixen amb el nom de síndrome metabòlic ²³. També s'ha comprovat el control circadià de la funció cardiovascular, hormones vinculades amb el metabolisme, per exemple la insulina, el glucagó, la hormona de creixement, el cortisol i les que estan relacionades amb l'obesitat com la leptina i la ghrelina (aquestes dues últimes hormones controlen la gana) ^{22,24}.

En el cas del treball per torns, a través d'estudis realitzats, s'associa a una prevalença més elevada d'obesitat, hipertrigliceridèmia, valors de HDL més baixos, obesitat abdominal, diabetis i malalties cardiovasculars ²².

Investigadors de la Facultat de Medicina de la UNAM, han demostrat que la fisiologia dels humans s'adapta contínuament als canvis cíclics de l'ambient, siguin diaris o estacionals, resultants de la rotació i translació de la Terra respectivament ²³.

En estudis realitzats, van veure una relació entre la duració de la son i el risc metabòlic. La prova consistia en restringir 4 hores de la duració de la son en adults saludables durant 6 nits seguides, i es va observar una alteració de la tolerància de la glucosa i una disminució de la resposta de la insulina, augmentant la glucosa plasmàtica ²².

En aquest apartat, es destacarà les investigacions efectuades sobre l'obesitat i l'horari dels menjats.

La ciència ha demostrat que el moment de la ingesta és un factor important en l'obesitat, independentment de la ingesta calòrica diària ^{22,25}.

En el 2009, experiments en animals van demostrar que si es feia una inversió del cicle alimentació-jejú, donava com a resultat un augment de pes amb una dieta d'alt contingut de greix però sense canvis de la ingesta calòrica.

També en el 2009, és va aplicar sobre algunes persones en condicions controlades de laboratori una dieta isocalòrica amb una inversió de 12 hores, on es menjava durant la nit i es dejunava durant el dia. En aquesta situació, es va manifestar una alteració de la tolerància de la glucosa i una baixada de les concentracions plasmàtiques de la hormona de la sacietat (leptina).

Un altre estudi experimental més recent de 12 setmanes de duració, ha demostrat que als individus que es proporcionava una alta ingesta de calories a l'esmorzar (aprox. 700 kcal) perdien més pes que als individus que tenien un alt consum de calories durant el sopar (mantenint aprox. les 700 kcal) ²².

Un estudi significatiu en aquest camp, realitzat per el grup d'investigació de la Facultat de Biologia de la Universitat de Murcia amb col·laboració amb el grup de son de la Universitat de Harvard i publicat en la revista International Journal of Obesity en el 2013, van confirmar que en Espanya, el moment de l'àpat principal del dia era important tenir-ho en compte per la pèrdua de pes. Es va observar, que dinar després de les tres de la tarda, la pèrdua de pes era més petita que les persones que tenien la costum de menjar abans de les tres. Aquestes valoracions es van demostrar a través de 420 persones obesas i amb sobrepès durant una intervenció dietètica de 20 setmanes i el resultat obtingut era independent de la ingesta total de calories.

En la **figura 5**, s'observa una gràfica on s'exposa l'evolució de la pèrdua de pes per la població que menjava abans de les 15 h i l'altre que dinava després d'aquesta hora esmentada.

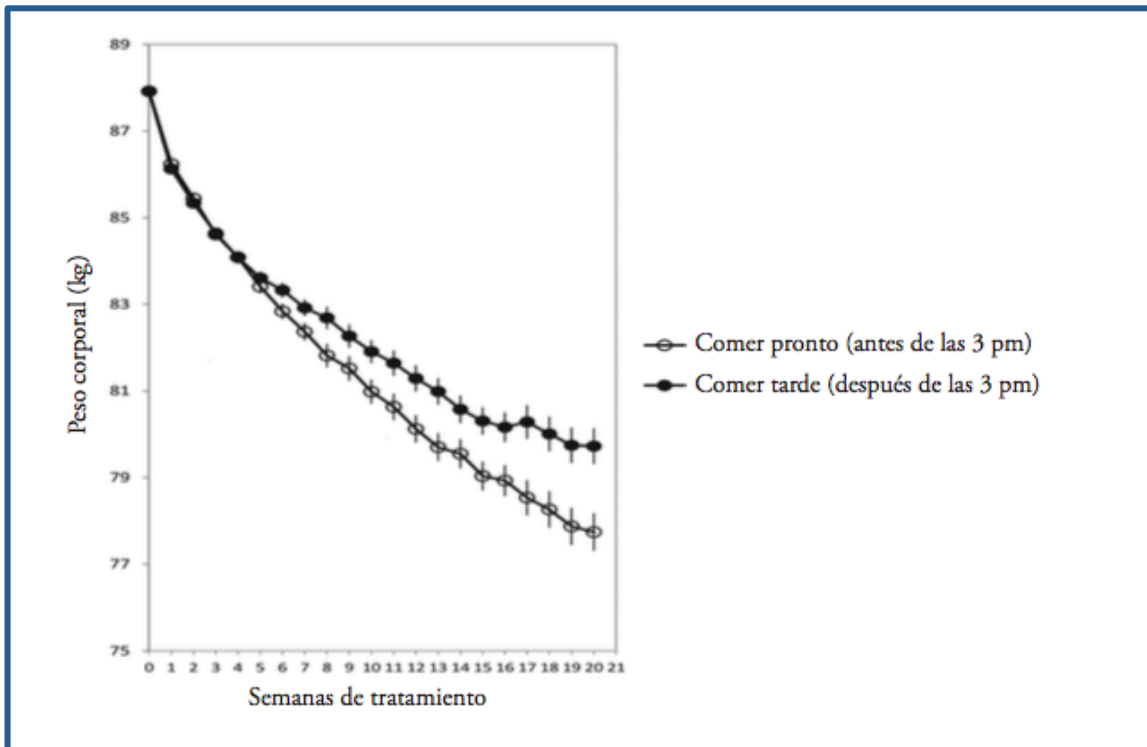


Figura 5: Gràfica d'evolució de pèrdua de pes en funció de l'hora del dinar principal ⁶.

Aquests resultats obtinguts, es basa en un estudi on es va tenir en compte tant els menjadors primerencs com els tardans que les ingestes calòriques i el consum energètic fossin semblants.

Una altra investigació sobre dones sanes, es tractava d'aplicar dos condicions, la primera era dinar a les 13 h i l'altra opció era menjar a les 16:30 h, en les dues situacions, la dieta que es consumia era la mateixa. Els resultats obtinguts, es va demostrar canvis en el patró circadià de la temperatura corporal, mesurada en el canell de la mà. També es va comprovar una menor tolerància de la glucosa quan el dinar principal es realitzava a les 16:30 h i a més, s'acompanyava a un quocient respiratori menor, indicant una utilització d'hidrats de carboni més reduïda. Respecte al consum d'energia també era menor si es comparava amb les que menjaven més aviat ²².

A través d'aquests estudis desenvolupats, s'observa l'existència de la relació entre la ingesta i el moment de realitzar-la que en funció amb quin horari es consumeixen els aliments amb el temps pot comportar alteracions metabòliques i sobrepès. En canvi, si es té en compte els ritmes endògens pot tenir un efecte més saludable i més efectiu.

4.4.3- Tractar la regulació del sobrepès a través de la cronodieta:

En els punts anteriors s'ha desenvolupat la influència que existeix entre l'aliment i el moment de fer la ingesta, ja que, segons a quina hora es realitzi els àpats, les funcions fisiològiques metabòliques poden variar d'una forma constructiva pel cos o bé es pot produir símptomes que amb el temps poden ser contraproduents per la salut.

Investigant en aquest tema sobre quines dietes s'apliquen tenint en compte la cronobiologia nutricional, és a dir, afegint quines hores del dia són més adients i saludables per alimentar-se, s'ha trobat diferents professionals que pertanyen al món de la medicina que han aplicat aquests coneixements. En aquest treball s'especifica els següents:

Doctor Alain Delabos que va desenvolupar el mètode de crononutrició en 1986 i que es va provar mèdicament pels científics de IREN (Institut Europeu d'Investigació sobre la nutrició). El mètode consisteix aplicar una dieta per perdre pes, tenint en compte el ritmes biològics endògens de les persones. Aquesta dieta és bastant àmplia en incloure molts aliments possibles per consumir (que normalment en altres dietes per aprimar-se és més restrictiva) però es tenen que ingerir en el moment adient del dia. Es tracta d'una dieta que s'adapta al rellotge biològic dels individus.

La crononutrició es basa en el funcionament normal de l'organisme amb l'objectiu de corregir els possibles errors alimentaris, és a dir, es tracta de menjar els aliments en el moment del dia que puguin ser més útils.

L'esquema de la crononutrició que aplica és el següent:

- Matí: Aliments rics en greixos.
- Migdia: Àpats densos.
- Tarda: Afegir aliments que portin sucre
- Sopar: Un menjat lleuger.

El motiu d'aquesta distribució es perquè, en el matí hi ha una forta secreció de lipases, ajudant a aconseguir una bona digestió del greixos i a tenir més sacietat per aguantar més el matí. Al migdia hi ha secrecions importants de proteases i d'amilases i per la tarda, hi ha un pic d'insulina que permet la utilització de sucre ràpids i pot ajudar a compensar la fatiga. La suma de tipus d'àpats del dinar més el berenar, col·labora a no picar entre hores i arribar al sopar amb una gana més reduïda. En el sopar, disminueixen les secrecions digestives i per tant, es alenteixen l'assimilació dels aliments.

I respecte a l'horari que aconsella és el següent: Esmorzar en transcurs de la hora següent d'aixecar-se, és preferible fer aquest àpat sobre les 9 h o inclòs una mica abans. Esperar aproximadament unes 5 hores abans de dinar i el berenar també 5 hores després del dinar. El sopar, es recomana fer-ho com a

mínim 1 hora i 30 minuts després del berenar i que sigui lleuger i 1 h i 30 minuts a dos hores abans d'anar a dormir ²⁶.

Un altre investigador en aquest àmbit, és el **Doctor italià Mauro Todisco**, que va desenvolupar la cronodieta, afirmant que apart de la reducció de les calories per aprimar-se es té que afegir els horaris més adients per consumir els aliments, ja que, dependent del temps, es pot emmagatzemar o utilitzar com a font d'energia. Destaca que els hidrats de carboni es metabolitzen millor en la primera part del dia i després potenciar més el consum de proteïnes. Aquesta dieta es basa en els principis de la cronobiologia, és a dir, que les funcions humanes tenen un patró rítmic. Les regles de la cronodieta suggereixen: Hidrats de carboni millor en la primera part del dia, els menjats més abundats aconsella fer-ho entre les 13 a les 16 h i el sopar potenciar el consum de proteïnes i reduir al màxim els hidrats de carboni ²⁷.

I per últim, també s'afegeix la **Doctora Marta Garaulet**, professora del Departament de Fisiologia de la Universitat de Murcia i que col·labora amb grups d'investigació sobre cronobiologia i obesitat en Estats Units. Forma part de la Societat Espanyola per l'Estudi de l'Obesitat (SEEDO) i de la Fundació Espanyola de Nutrició (FEN). Afirmar que apart de la llum solar, també es troba l'alimentació com sincronitzadors externs importants en els ritmes circadians de l'organisme. S'han fet estudis que s'han demostrat que la falta d'un patró regular dels horaris dels àpats pot afavorir l'obesitat i el risc cardiovascular. Per exemple si es té la costum de picar entre els menjats o s'alteren d'una forma continua els ritmes d'ingerir els aliments, la informació que rep l'organisme es confosa i es potencien que els ritmes interns s'alterin i podrien comportar canvis en el metabolisme i en l'acumulació de pes.

4.4.4.- Exemples menús de cronutrició/cronodieta:

En els següents dos punts s'exposarà dos menús, el primer remarcant quins horaris podrien ser adients per respectar els ritmes biològics endògens de les persones i el segon consistiria en l'adaptació del menú aplicant els criteris de la cronodieta.

4.4.4.1.- Proposta d'horaris per realitzar un menú, respectant els ritmes biològics de la persona:

Es proposa un exemple menú d'unes 2000 kcal amb una proporció aproximada de 50% d'hidrats de carboni, 20% de proteïnes i un 30% de lípids ³², tenint en compte un horari regular dels àpats i que estaria sincronitzat amb els ritmes biològics endògens de les persones.

ÀPAT	PROPOSTA HORARI	GRAMATGE	COMPOSICIÓ
ESMORZAR	8 - 9 hores	200 ml	1 tassa de llet desnatada
		15 g	1 cullera de postra de mel
		30 g	1 grapat gran de cereals de civada per esmorzar
		15 g	7 ametlles
1/2 matí	11-12 hores	40 g	2 llesques de pa de barra de quart integral
		30 g	1 terrina individual de mermelada de préssec
		60 g	Cireres
Dinar migdia	13-14 hores	100 g	1 plat d'enciam
		50 g	1 pastanaga petita
		35 g	10 unitats d'olives
		90 g en cru (ració individual)	3 culleres soperes d'arròs
		150 g	1 carbassó a la planxa
		100 g	1 filet gran de pollastre a la planxa
		20 g	2 culleres grans d'oli d'oliva
		20 g	1 llesca de pa integral de barra de quart
		120 g	1 kiwi
Berenar	17 - 18 h	125 g	1 iogurt desnatat
		15 g	3 nous sense closca
		15 g	2 biscotes integrals
Sopar	20 - 20:30 h	250 g	Una unitat gran de patata
		200 g	15 unitats de

			mongeta verda
		80 g	1 moll gran al forn
		10 g	1 cullera sopera d'oli d'oliva
		120 g	1 pera

En aquest menú, s'inclouria 3 cullerades soperes d'oliva a repartir durant el dia. Respecte a la quantitat d'aigua s'aconsella entre 1,5 a 2 litres.

També és important tenir una regularitat a l'hora d'anar a dormir i es recomana que sigui aproximadament entre 7 a 8 hores al dia. I s'aconsella no menjar després de les 21 hores.

4.4.4.2.- Adaptació menú de cronodieta:

Agafant com a referència el menú del punt anterior, s'adapta el menú al voltant d'unes 1500 kcal amb la següent proporció aproximada: 45% d'hidrats de carboni, 25% de proteïnes i 30% de lípids ³², mantenint el mateix horari dels àpats. En aquest cas, es recomana per perdre pes corporal, un menú equilibrat, moderament hipocalòric i mantenint els horaris regulars proposats per potenciar l'eficiència de la dieta, destacant que l'hora per realitzar el dinar del migdia és millor fer-la a hores primerenques, abans de les 15 hores (tal com s'ha desenvolupat l'explicació d'aquest benefici a l'apartat 4.4.2).

En el segon model de dieta, s'ha posat com exemple un menú aproximat a unes 1500 kcal perquè aquests tipus de dieta es consideren més segures per l'aportament de nutrients necessaris, ja que, a partir d'aquestes kilocalories, es pot mantenir un estat de salut adient i tenen més facilitat d'adhesió amb l'objectiu de perdre pes d'una forma progressiva ³³.

ÀPAT	PROPOSTA HORARI	GRAMATGE	COMPOSICIÓ
ESMORZAR	8 - 9 hores	200 ml	1 tassa de llet desnatada
		15 g	1 cullera de postra de mel
		30 g	1 grapat gran de cereals de civada per esmorzar
		10 g	2 nous pelades

1/2 matí	11-12 hores	20 g	1 llesca de pa de barra de quart integral
		15 g	1 cullera de postra de mermelada de préssec
Dinar migdia	13-14 hores	100 g	1 plat d'enciam
		50 g	1 pastanaga petita
		60 g en cru (ració individual)	2 culleres soperes d'arròs
		150 g	1 carbassó a la planxa
		150 g	2 filets de pollastre a la planxa
		15 g	1 cullera gran, més una de postra d'oli d'oliva
		120 g	1 kiwi
Berenar	17 - 18 h	125 g	1 iogurt desnatat
Sopar	20 - 20:30 h	200 g	Una unitat mitjana de patata
		200 g	15 unitats de mongeta verda
		120 g	1 llenguado al forn
		10 g	1 cullera sopera d'oli d'oliva
		120 g	1 pera

Respecte al menú anterior s'han reduït les quantitats i també s'han eliminat alguns aliments per minimitzar les calories. El moll (*salmonete*) s'ha canviat per llenguado perquè és menys greixós que segons alguns especialistes nutricionistes de crononutrició i de la cronodieta, esmentats en el treball, s'aconsella reduir el volum de greix cap el vespre, igualment passa amb els hidrats de carboni, per aquest motiu, s'ha modificat la proporció de macronutrients, augmentant la proteïna i reduint els hidrats de carboni.

El tipus de cocció que es recomana és la següent: Cuinar amb poc oli d'oliva i predominant les tècniques culinàries al vapor, forn, papillota, la planxa i bullit i alguns guisats amb verdures. Els ous en forma de truita o ous durs.

És important, combinar la dieta amb exercici físic, per exemple s'aconsella 30 minuts diaris o 4 hores a la setmana.

5.- Discussió:

5.1.- Sincronitzacions en els ritmes de la naturalesa:

A través de les consultes dels estudis realitzats, s'observa que els ritmes biològics formen part de la vida dels ésser vius i dels fenòmens físics que es generen en els cosmos. En aquest treball, s'ha centrat en els esdeveniments geofísics de la Terra.

Els ritmes biològics endògens de les persones, s'han originat per les influències dels ritmes geofísics all llarg de la història i que l'equilibri de les funcions fisiològiques dels humans depèn de la sincronització amb els fenòmens ambientals.

Per exemple, el ritme hormonal de la melatonina, s'ha verificat que la seva formació i alliberació per la glàndula pineal es realitza per la nit en la foscor, i pel dia, es redueix bastant la quantitat, ja que, la presència de la llum, interromp la seva síntesis. Per tant, la melatonina, té una dependència de la llum de l'entorn. La glàndula pineal té un paper significatiu per detectar la quantitat de llum durant el dia ^{1,2}. Durant el vespre hi ha una quantitat significativa de melatonina en el cos humà i durant el dia es redueix. Per tant, es destaca la importància de tenir en compte de descansar per la nit i en la foscor per tenir la suficient melatonina en el cos i aprofitar els seus beneficis, ja que, té un efecte antioxidant amb capacitat de neutralitzar els radicals lliures, regulant el sistema immunitari ^{1,28}.

Respecte a la temperatura corporal, com s'ha comentat prèviament, també té un ritme diari.

5.2.- El funcionament dels rellotges biològics interns:

A través de l'anàlisi sobre el funcionament del rellotge biològic intern central i dels rellotges secundaris perifèrics amb el rellotge geofísic, s'arriba a la conclusió que l'objectiu és generar un ordre intern dels processos fisiològics, bioquímics i de conducta dels humans ¹², respectant el ritme rotacional de la

Terra. En l'esquema 2 i figura 3, s'observa aquesta relació i quins són els esdeveniments que poden ajudar a sincronitzar els ritmes interns de les persones.

És molt important mantenir un equilibri entre els ritmes circadians interns i els ritmes de l'entorn que l'envolta, per evitar per exemple alteracions en el sistema digestiu, en l'activitat hormonal, en el patró de la son, cardiovasculars ¹⁶ i altres patologies metabòliques.

En diferents estudis realitzats en plantes, mosques i humans, s'ha verificat que els éssers vius poden desenvolupar un creixement més ràpid, la productivitat augmenta i estan més saludables quan els ritmes interns es troben en harmonia amb el medi ambient ²⁹.

Com a reflexió sobre aquest punt, tenint en compte els avantpassats humans, inicialment els rellotges que seguien les persones era el Sol i les estacions que els ajudava a organitzar-se quan tenien que cultivar, fer la recollida del que havien sembrat, quan caçar els animals, el temps per preparar refugis i resguardar-se del fred i quan descansar, és a dir, s'actuava segons les seves necessitats en funció de les circumstàncies de l'entorn. Amb l'evolució de la tecnologia, els ritmes interns i externs han sigut més ignorats i s'han desafiat per exemple mantenir-se despert fins la matinada, l'electricitat ajudant a evitar la foscor durant la nit, els viatges llargs d'avió, els treballs per torns i la falta de regularitat dels àpats inclòs saltant-se algun d'ells, implicant una desincronització amb els ritmes de la naturalesa ²⁹.

La finalitat és potenciar la integració amb els ritmes geofísics de la naturalesa per millorar la salut i equilibrar-la, tant a nivell físic com de conducta, és a dir, organitzar els nostres hàbits diaris, en funció dels ritmes interns i del medi ambient que ens envolta.

5.3.- Cronodisrupció en els ritmes circadians:

Referent a les explicacions realitzades en el punt "Cronodisrupció i possibles patologies derivades", s'observa que en funció de l'estil de vida, els ritmes circadians interns amb els externs poden estar sincronitzats o bé es pot produir una disrupció dels ritmes. Per tant, portar un organització de vida, mantenint uns ritmes equilibrats d'activitat i repòs, d'exposar-se a la llum diürna, portar un control dels horaris dels àpats amb una alimentació equilibrada, incloure exercici físic programat de forma regular, potenciar contactes socials d'una forma estable i que la qualitat de la son sigui l'adequada, pot ajudar de forma significativa d'evitar el desenvolupament de la cronodisrupció i així portar un envelliment més beneficiós per la salut ^{13, 30}.

Respecte per exemple a treball per torns, es comenten una sèrie de recomanacions preventives que podrien ajudar a disminuir els efectes negatius per la salut:

- Què l'àpat que es realitzi dins del torn nocturn sigui lleuger, tenint en compte la disminució dels greixos.
- Què sigui un àpat equilibrat i afegir fruita.
- Intentar menjar més o menys a la mateixa hora.
- Procurar realitzar un àpat calent entre les dos o tres hores després d'aixecar-se i abans de començar el torn, per exemple a les 18 h.
- Una vegada finalitzat el torn, no ingerir menjats abundants abans d'anar a dormir.
- Descansar al llit aproximadament entre 7 a 8 hores. Recomanable fer una petita migdiada.
- Quan es vagi a dormir, desconnectar el telèfon, procurar que a l'habitació hagi la suficient foscor per descansar millor i fer lo possible per aïllar-se del soroll extern, per exemple utilitzar taps.
- Si es pot optar, preferir cicles curts com a màxim de tres a quatre dies, reduint la fatiga crònica.
- Evitar el pas directe d'un horari a un altre, és a dir, acabar a les 22 h i començar de nou a les 6 h del matí, implicant que no hi ha suficient temps per descansar ³¹.
- I intentar incloure durant el dia o durant alguns dies de la setmana, activitat física per potenciar la fortalesa del cos i amb més capacitat per realitzar els torns.

En conclusió, encara que per circumstàncies de la vida, hi ha accions que alteren els ritmes biològics interns, es poden compensar, aplicant altres accions de forma regular per minimitzar els efectes de les disrupcions.

5.4.- Ingesta de l'aliment i regularitat horària:

En la vigília (que està influenciada per la llum del Sol), s'estimula la ingesta dels aliments i per la nit es minimitza aquesta acció quan es dorm, definint un cicle diari d'alimentació i dejú, relacionat amb el ritme d'activitat i respòs ².

En la valoració dels resultats dels experiments realitzats per comprovar la relació entre la ingesta de l'aliment i l'hora que es realitza s'ha observat el següent:

- En l'experiment esmentat per Franz Halberg a l'apartat 4.4.1, es confirma que a igualtat de consum de calories i les mateixes persones amb els seus estils de

vida corresponent, l'àpat realitzat durant el dia, es metabolitza millor pel matí que amb hores tardanes.

L'objectiu de perdre pes, dependrà del balanç entre la ingesta i el consum energètic però si s'afegeix l'hora més adient per alimentar-se durant el dia, podrà servir d'ajuda per fer una dieta amb resultats més efectius i per mantenir i potenciar la salut, seguint els ritmes de la naturalesa ¹.

l respecte als estudis esmentats de la UNAM, s'observa que en funció de la conducta alimentària, és a dir, depenent de l'horari que es realitzin els àpats, algunes respostes fisiològiques es modifiquen i inclòs es poden desfasar respecte al cicle del dia i nit. Aplicat a les persones, es conclou que si tenen un hàbit d'alimentació en una direcció diferent als cicles naturals, es produeix una descronització entre els ritmes biològics endògens i els cicles geofísics amb la possibilitat que en un futur es pugui manifestar amb alguna patologia. Per tant, perquè no es generi aquesta disrupció, es proposa adaptar-se a un hàbit d'alimentació equilibrat i respectant els cicles naturals. En la situacions que no es pugui aplicar, com seria el cas del treball per torns, per millorar aquesta situació, una opció consistiria en mantenir un horari regular en l'alimentació, tenint en compte el tipus d'alimentació més adient per la seva situació i respectant les seves necessitats energètiques per no sobrepassar-les. Ja que, mantenir un rellotge intern alimentari amb ritmes regulars, ajuda a preparar-se el cos per ingerir l'aliment d'una forma més efectiva, posant en acció, les diferents funcions fisiològiques per realitzar una digestió més adient. En canvi, si es presentés una desestructuració en els horaris dels àpats, es disminuiria la capacitat de l'actitud d'anticipar-se a l'aliment i per tant, el procés de la digestió seria menys òptim.

Per una altra banda, considerant la anàlisis i resultats sobre la cronodisrupció alimentària, s'observa en la gràfica de la figura 5, que apart de tenir en compte el que mengem i la quantitat, també és important considerar en quin moment es realitza per potenciar per exemple una dieta més efectiva per la pèrdua de pes ²². Una explicació que s'ha relacionat a aquests resultats, ha sigut a través del rellotge/oscil·lador perifèric corresponent al teixit adipós. És a dir, s'ha plantejat que els horaris dels àpats poden afectar a la mobilització o acumulació del greix en funció de l'horari de màxima expressió dels gens rellotges més rellevants, corresponents al teixit adipós i que varien en funció del moment del dia. Aquests gens tenen la capacitat de regular l'expressió rítmica de diverses substàncies secretades pel teixit adipós, per exemple, la leptina, l'adiponectina, la resistina, entre altres, actuant sobre el metabolisme. Per tant, en aquests estudis, es relaciona la nutrició, la cronobiologia i la nutrigenètica ²².

En la següent **figura 6** s'exposa un resum de les possibles conseqüències que es poden derivar quan hi ha una cronodisrupció amb la ingesta alimentària. Aquests símptomes s'han verificat quan es realitzava l'experiment de dones sanes a través de la Facultat de Biologia de la Universitat de Murcia amb

col·laboració amb el grup de la son de la Universitat de Harvard on es comparava les respostes fisiològiques quan menjaven a les 13 h o a les 15 h:

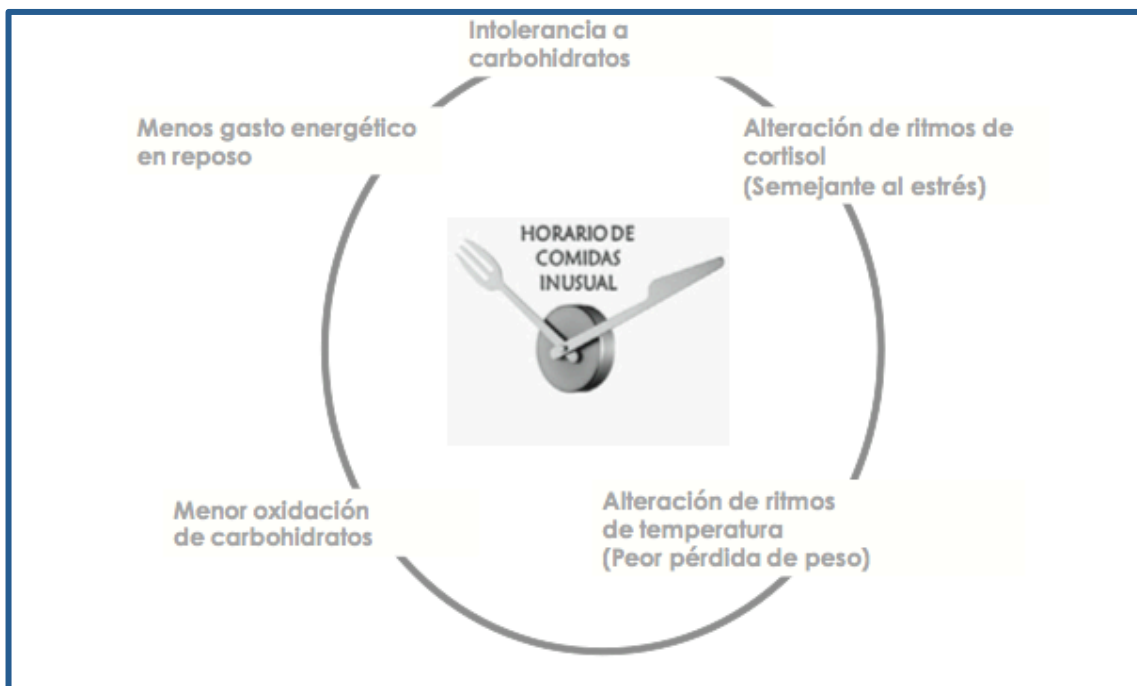


Figura 6: Cronodisrupció en la ingesta alimentària i les seves possibles conseqüències ⁶

On s'observa que el fet de dinar tard al migdia, es manifestava amb: menys tolerància a la glucosa, un quocient respiratori menor, implicant una menor utilització d'hidrats de carboni i un menor consum d'energia basal en comparació amb les del grup que dinaven més aviat. En conclusió, dinar tard en el migdia, es relaciona amb alteracions metabòliques i una pèrdua de pes corporal més reduïda ⁶.

Per tant, és important tenir en consideració, que un horari regular de menjats, col·labora a tenir un ordre temporal endogen del sistema circadià ²².

En resum, els resultats obtinguts a través de les investigacions científiques esmentades, es demostra que hi ha una relació entre l'obesitat i l'alteració del sistema circadià. Modificant i regulant els horaris dels àpats, amb els aliments i quantitats adients i acompanyat amb una activitat física regular, pot ajudar a sincronitzar els ritmes interns amb els externs, millorant la salut i la pèrdua de pes corporal.

Respecte com tractar la pèrdua de pes a través de la crononutrició, en l'apartat 4.4.3, s'observa en el cas del mètode del Dr. Alain Delabos que la finalitat és que l'alimentació es faci amb el ritme natural del cos humà que al llarg dels segles, les civilitzacions han anat perdent aquest instint. Aplicar la crononutrició pot potenciar la pèrdua de pes corporal, tenint en compte els coneixements de la cronobiologia a la dieta.

Referent a la cronodieta proposada pel Doctor Mauro Todisco, conclou que el destí dels aliments ingerits és diferent en funció en el moment del dia que es realitzi, és a dir, en determinades hores es metabolitzen millor que altres i si no es realitza de forma adient podria potenciar l'acumulació de greix.

Les consideracions que es tenen en compte per una cronodieta són: menjar els aliments adequats, en el moment més idoni i en la quantitat adient en funció de les seves necessitats ²⁶.

Respecte a la doctora Marta Garaulet, també considera que la cronodieta és una bona eina per poder aprimar-se i mantenir la salut. Afirmant que en funció de l'hora de la ingesta de l'aliment, la dieta aplicada pot ser més efectiva i respectuosa amb els ritmes biològics interns de les persones.

S'observa amb els doctors esmentats que tenen com a factor comú, en funció en el moment que es realitzi la ingesta dels aliments pot potenciar l'obesitat o en canvi pot ajudar a perdre pes, per tant, no només en una dieta es té que considerar el tipus d'aliment i la quantitat, sinó també l'horari en que es realitza el consum.

Com a conclusió, per perdre pes corporal, es dedueix que els hidrats de carboni millor que es consumeixen durant el dia i anant reduint la quantitat cap a la tarda, sobretot cap al vespre. La major part de quantitat de greixos, millor consumir-los per la primera part del dia i minimitzar la quantitat pel restant del dia. I pel vespre, millor consumir proteïna i verdures preferint un sopar lleuger i si es possible no més tard de les 21 hores.

En els apartats 4.4.4.1 i 4.4.4.2, s'ha exposat un model orientatiu de dieta amb la finalitat que sigui **equilibrada** perquè tant un model menú com l'altre, s'inclouen tots els grups d'aliments. Les proporcions de macronutrients en les dos opcions es troben en el marge de les recomanacions. A aquest exemple de menú, la idea és adaptar-lo energèticament en funció de les necessitats nutricionals que requereixi l'individu i s'ha afegit el concepte temps, per adquirir l'hàbit de menjar amb horaris regulars perquè el cos tingui més capacitat per preparar-se a realitzar els processos digestius d'una forma més efectiva.

L'objectiu dels horaris proposats és col·laborar d'una forma més constructiva amb la ritmicitat de les funcions fisiològiques que actuen en el moment d'ingerir l'aliment.

Per últim, s'ha observat que comparant la cronobiologia nutricional de la cultura occidental amb la Medicina Xina Tradicional, s'observa similituds en la distribució de la franja horària per ingerir els aliments que es basa també en respectar els ritmes biològics de les persones ³⁴. En la cronobiologia nutricional es parla de la ritmicitat del rellotge principal dels NSQ i dels rellotges/oscil·ladors perifèrics de diferents òrgans del cos i en la Med. Xina Tradicional, considera que l'energia circula cíclicament a través dels òrgans a hores diferents. En les dos tipus de medicina, l'objectiu és el mateix, aconseguir una coordinació equilibrada entre els diferents òrgans per potenciar una bona salut i una forma de fer-ho és a través del moment de la ingesta dels aliments.

És convenient, tenir en compte, de mantenir uns horaris regulars per menjar perquè l'organisme controli millor la ingesta i també el pes corporal ³⁵, remarcant que és important el que mengem i amb quina quantitat però també en quin moment de dia es realitza.

6.- Conclusions:

Les conclusions que s'arriben una vegada desenvolupat el projecte són les següents:

- Que la ritmicitat forma part de la vida i dels fenòmens geofísics i per tant, implica l'existència de connexió molt significativa entre la vida dels organismes vius i del Planeta Terra que també està connectat ritmicament amb l'Univers.
- Els esdeveniments geofísics s'ha demostrat que tenen una gran influència en els humans des dels seus orígens. Per aquest motiu, les persones s'han tingut que adaptar a aquestes variacions cícliques mediambientals per tenir més possibilitat de sobreviure. Aquesta adequació s'ha anat desenvolupat al llarg del temps, comportant una ritmicitat determinada per les seves funcions fisiològiques endògenes i que s'ha inclòs en la seva genètica, heretant-se en les següents generacions.
- Aquesta ritmicitat biològica interna, a través d'experiments realitzats per científics, s'ha vist l'existència d'un rellotge principal ubicat en els NSQ que és el responsable principal de sincronitzar-se amb seu entorn exterior i que l'esdeveniment que més l'afecta és el cicle dia-nit. Com aquesta variació es genera cada 24 hores, els ritmes circadians són els que tenen més influència sobre les persones, encara que els ritmes ultradians i infradians també tenen les seves repercussions.
- També s'ha investigat de l'existència d'altres rellotges o oscil·ladors perifèrics que s'ubiquen en alguns òrgans que tenen la finalitat de coordinar-se amb el rellotge principal per aconseguir una bona sincronització interna - externa. En

funció com es rebí els esdeveniments del medi extern a través de l'engranatge del rellotges biològics interns, s'obtidrà unes determinades sortides/respostes. Tot aquesta estructura de funcionament de connexions de senyals externes i internes, es coneix, com Sistema circadià.

- Al llarg de la història amb el desenvolupament de la tecnologia, el cicle dia-nit, és a dir, l'estructura d'activitat-repòs en sincronia amb les hores de llum del Sol o sense llum que mantenien generalment els humans, s'ha trencat amb el nous ritmes socials comportant disrupcions. Aquestes desincronitzacions del Sistema circadià pot comportar determinades patologies, per exemple: alteracions metabòliques i cardiovasculars i envelliment prematur.

- S'ha observat que a través de la ingesta alimentària en funció de com es realitzi també es pot provocar disrupcions generant per exemple: augment de pes, alteracions metabòliques, intolerància a la glucosa, hipertensió arterial, entre altres.

- A través d'estudis experimentals realitzats en persones sobre el moment de la ingesta del dinar del migdia, es va confirmar que realment existeix una resposta fisiològica en els processos digestius diferent en funció amb quina franja horària es consumeix l'aliment. Es va concloure, que si es dinava aviat, per exemple a les 13 hores en comparació si es menjava tard, posteriorment a les 15 hores, amb el mateix tipus d'ingesta d'aliment, es verificava que en la segona opció, havia una pèrdua de pes més reduïda. A més, fer l'àpat del migdia tard, també li pot acompanyar una sèrie de símptomes com: una menor tolerància a la glucosa, una menor utilització dels hidrats de carboni i un menor consum d'energia basal. Per tant, es remarca la importància de tenir en compte en el moment de programar un dieta per aprimar-se, aquests coneixements per potenciar una dieta més efectiva i saludable.

- Respecte de com aconseguir perdre pes corporal, a través d'alguns especialistes nutricionistes, fundadors de la crononutrició i la cronodieta, destaquen la importància de tenir una estructura regular dels àpats i que en funció del tipus d'aliment, existeix un moment del dia mes idoni per la seva assimilació, ja que, si es realitza en hores no recomanables, es potencia més acumulació de greix. Per exemple , el moment més efectiu per digerir més proporció de greixos seria a la primera part del dia i també s'aconsella anant disminuint la quantitat dels hidrats de carboni cap a final de la tarda-vespre.

Personalment, crec que per poder aplicar una dieta per perdre pes corporal, una bona opció consistiria en adaptar una dieta mediterrània moderadament hipocalòrica, incloent el factor temps en els àpats. La idea seria mantenir uns horaris regulars per dinar i així es facilita al cos la seva preparació digestiva per digerir d'una forma més efectiva els aliments. També es tindria en compte de fer el dinar del migdia aviat entre les 13 a 14 hores. No sopar més tard de les 21 hores i anar a dormir passades unes dos hores de digestió. I a més, acompanyar la dieta amb activitat física regular.

Respecte a la cronobiologia nutricional, l'he trobat molt interessant les seves aportacions per aplicar-les a la dieta. Crec que queda encara bastant per investigar i en un futur es podria ampliar la seva relació amb la nutrigenètica. Com es tracta d'un camp recent al llarg de la història, la bibliografia sobre aquests estudis científics amb verificació dels resultats, són limitats en comparació amb altres tipus d'investigació.

Finalment, s'arriba a la conclusió que per aconseguir i mantenir una salut adient amb bona qualitat de vida, és important, respectar els ritmes interns del nostre cos amb els ritmes dels esdeveniments geofísics de la Terra. On la nutrició té un paper molt important en aquesta sincronització, en funció del moment del dia que es realitzi la ingesta de l'aliment.

7.- Bibliografia:

- 1.- Cambras T, Díez A. Los ritmos de la vida. Cómo la cronobiología nos ayuda a vivir mejor. 1ª Edición. Barcelona. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona; 2015.
- 2.- Challet, E. Cronobiología. Bases y aplicaciones en la nutrición. 1ª Edición. Madrid: Editorial Médica Panamericana, S.A.; 2012.
- 3.- Guido M. De Relojos y Ritmos Biológicos. Bitácora Digital Rev de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). 2013; 1 (2): 1-6.
- 4.- García G, Sánchez IG, Martínez GJ, Llanes A. Cronobiología: Correlatos básicos y médicos. Rev Med Gen Méx. 2011; 74 (2): 108-114.
- 5.- Madrid J.A., Rol M.A. Ritmos, relojes y relojeros. Una introducción a la Cronobiología. Rev Eubacteria. 2015; 33 (Especial de Cronobiología): 1-8.
- 6.- Garaulet Aza M. La cronobiología, la alimentación y la salud. Mediterráneo Económico 27. ISSN: 1698-3726. ISBN-13: 978-84-95531-69-8: 101-122.
- 7.- Ibarra R. Los ritmos biológicos del ser humano. e-Magazine Conductilán. 2014; 1 (1): 129-137.
- 8.- Martínez PA, Corominas A. Introducción general a la cronobiología clínica y a la manipulación terapéutica de los ritmos biológicos. Med Cli (Bar). 2004; 123 (6):230-235.
- 9.- Salazar Juárez A, Parra Gámez L, Barbosa Méndez S, Leff P, Antón B.

Sincronización Luminosa. Modelos y Alteraciones de la Sincronización Luminosa. Segunda Parte. Salud Mental. 2006; 29 (4): 25-29.

10.- Valdez Ramírez P, Ramírez Tule C, García García A, Tralamentes López J. Ritmos circadianos en la eficiencia para responder en una prueba de ejecución continua. Rev Mex de Análisis de la Conducta. 2009; 35 (1): 75-91.

11.- Lucas A, Martínez A, Escames G, Costa J. Envejecimiento del sistema circadiano. Rev Esp Geriatr Gerontol. 2012; 47 (2): 76-80.

12.- Mendoza, J. Neurobiología del Sistema Circadiano: Su encuentro en el metabolismo. Suma Psicológica. 2009; 16 (1): 85-95.

13.- Ortiz Tudela E, Bonmatí Carrión MA, De la Fuente M, Mendiola P. La cronodisrupción como causa de envejecimiento. Rev Esp Geriatr Gerontol. 2012; 47 (1): 168-173.

14.- Lucas Sánchez A, Mendiola P, Costa J. El reloj biológico, marcapasos de la vida. Cronobiología y envejecimiento. Rev Eubacteria. 2015; 33 (Especial de Cronobiología): 43-48.

15.- Gómez P, Madrid JA, Ordovás JM, Garaulet M. Aspectos cronobiológicos de la obesidad y el síndrome metabólico. Endocrinol Nutr. 2012; 59 (1): 50-61.

16.- Saavedra Torres JS, Zuñiga Cerón LF, Navia Amézquita CA, Vásquez López JA. Ritmo circadiano: el reloj maestro. Alteraciones que comprometen el estado de sueño y vigilia en el área de la salud. Morfolia. 2013; 5 (3): 16-35.

17.- Salgado Delgado RC, Fuentes Pardo B, Escobar Briones C. La desincronización interna como promotora de enfermedad y problemas de conducta. Salud Mental. 2009; 32 (1): 69-76.

18.- Ubeda Asensio R. Trabajos a turnos y ritmos biológicos. Salud y Trabajo. 1991; 83: 12-17.

19.- Álvarez Núñez BJ. Consecuencias de la disincronia circadiana en la salud del trabajador. Rev CES Salud Pública. 2013; 4 (1): 111-115.

20.- Álvarez BJ. Consecuencias de la disincronia circadiana en la salud del trabajador. CES Salud Pública. 2013; 4: 111-115.

21.- Escobar C, Martínez MT, Ángeles M, Mendoza J. El alimento como sincronizador de los ritmos biológicos: su relevancia para la identificación de un oscilador circadiano. Rev Fac Med UNAM. 2001; 44 (2): 58-62.

- 22.- Garaulet M, Gómez Abellán P. Cronobiología y obesidad: Una orquesta desafinada. *Nutr Clin Med*. 2013; 3 (1): 40-54.
- 23.- Saderi N, Escobar C, Salgado R. La alteración de los ritmos biológicos causa enfermedades metabólicas y obesidad. *Rev Neurol*. 2013; 57 (2): 71-78.
- 24.- Garaulet M. Nutrigenética y reloj. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2014. 18 (1): 3-44.
- 25.- Martínez Álvarez JR, Villarino Marín A, Arpe Muñoz C. Avances en alimentación, nutrición y dietética. 1ª Edición. Madrid: Edición Punto Didot; 2013.
- 26.- Delabos A. Adelgazar a medida: Gracias a la crononutrición. 1ª Edición. Barcelona: Editorial de Vecchi, S.A; 2006.
- 27.- Todisco M. Cronodieta. Mangiare quando i cibi non fanno ingrassare. 1ª Edición. Italia: Todisco Mauro; 2015.
- 28.- Cardinali D P, Scacchi P. Ritmos Biológicos en Neuroendocrinología. *Revista SAEGR*. 2009; 16 (3): 5-25.
- 29.- Perry S, Dawson J. Los ritmos de nuestro cuerpo. Los secretos del reloj biológico. 1ª Edición. Barcelona: Ediciones Martínez Roca, S.A; 1990.
- 30.- Adan A. Cronobiología. Aspecto olvidado en el estudio de la conducta. *Psiqu Biol*. 2004; 11 (2):33-40.
- 31.- Fundación para la prevención de riesgos laborales y Salud Laboral de UGT. Los tiempos de la organización del trabajo: Incidencia de los riesgos psicosociales en los sistemas de trabajo a turnos. España: Secretaria de la Salud Laboral UGT CEC; 2010.
- 32.- Salas J, Bonada A, Trallero R, Saló ME, Burgos R. Nutrición y dietética clínica. 3ª Edición. Barcelona: Elsevier España, S.L.; 2014.
- 33.- Cuenca N. Nutrició en malalties de gran prevalença. 3ª Edició. Barcelona: FUOC; 2015.
- 34.- Liu Zheng. Medicina China Tradicional. Primera edición. Madrid: Ediciones Oberon; 2016.
- 35.- Garaulet Aza, M. Pierde Peso sin perder la cabeza. 3ª Edición. España: Garaulet Nutrición, S.L; 2009.