



CRONONUTRICIÓ.

ESTAT NUTRICIONAL I DE SALUT DEL TREBALLADOR A TORNS

OLIVIA VILARÓ ARAGONÉS

Treball de Fi de Grau

TREBALL DE RECERCA

Universitat de Barcelona

Facultat de Farmàcia i Ciències de l'Alimentació

Departament de Bioquímica i Fisiologia

Juny 2021

Nota de l'autora

Aquest treball de final de grau es va orientar com una revisió bibliogràfica per aprofundir en la temàtica dels problemes de salut i nutricionals dels treballadors a torns però gràcies a la col·laboració de la tutora del treball i dels companys de feina de l'autora es va poder portar a terme un estudi pilot per estudiar de forma experimental aquesta problemàtica. Per aquest motiu, es va comunicar a la coordinadora de l'assignatura el canvi de tipologia de treball segons la normativa vigent a treball de recerca. Així doncs, explicades les característiques de l'elaboració del projecte, es comunica al Comitè d'Avaluació que tot i seguir les bases normatives de la revista de referència per a l'elaboració de l'article, la introducció d'aquest treball és més llarga del què seria en una publicació original i s'adjunta com a últim punt un apartat de recomanacions específiques que es consideren rellevants per la seva aplicació pràctica.



Aquesta obra està subjecta a una llicència [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Influència dels ritmes circadianis i del patró de la ingesta en la salut dels treballadors a torns sanitaris. Un estudi pilot.

Resum: La cronobiologia és la ciència que estudia els ritmes biològics dels ésser vius. Un complex sistema de rellotges interns controla les accions per ajustar-se als cicles de llum/foscor. Actualment moltes malalties s'associen amb un desajust del sistema circadiari. Una de les principals causes de desajust és treballar a torns i es relaciona amb obesitat, diabetis tipus 2, càncer, malalties cardiovasculars i metabòliques.

Pocs treballs estudien la relació del patró circadiari amb els aspectes nutricionals d'aquest col·lectiu. Per aquest motiu, es va realitzar un estudi pilot amb treballadors sanitaris per analitzar la relació dels ritmes circadianis, son i ingesta amb la dieta. Els resultats conclouen que l'estabilitat del ritme circadiari de temperatura tendeix a disminuir amb l'edat ($p = 0,074$) i que el ritme del patró de la ingesta correlaciona positivament amb la ingesta proteica ($p = 0,057$) i negativament amb la de carbohidrats ($p = -0,024$). El càlcul de l'estabilitat rítmica amb R de Rayleigh pot ser una eina important en l'estudi dels patrons com a indicador del grau de desajust circadiari i alteracions de la salut. L'estudi ha permès la validació de la mesura del ritme de temperatura perifèrica al turmell i per últim, establir unes recomanacions nutricionals.

Paraules Clau: *Ritmes circadianis. Desajust Circadiari. Treball a torns. Nutrició.*

Influence of circadian rhythms and the pattern of intake on the health of shift workers. A pilot study.

Abstract: Chronobiology is the science that studies the biological rhythms of living organisms. A complex system of internal clocks control the adjustment actions to the cycles of light/darkness. Many diseases are now associated with a dislocation of the circadian system. One of the main causes of mismatch is shift work and is related to obesity, type 2 diabetes, cancer as well as cardiovascular and metabolic diseases.

Only a few research papers study the relationship between the circadian pattern and the nutritional aspects of this group. For this reason, a pilot study was conducted with health workers to analyze the relationship of circadian rhythms, sleep and diet. The results conclude that the stability of the circadian temperature rhythm tends to decrease with age ($p=0.074$) and the rhythm of the intake pattern correlates positively with protein intake ($p=0.057$) and negatively with that of carbohydrates ($p= -0.024$). Calculating rhythmic stability with Rayleigh R can be an important tool in the study of patterns as an indicator of the degree of circadian mismatch and health alterations. The study enables the validation of the ankle peripheral temperature rhythm measurement and the establishment of nutritional recommendations.

Keywords: *Circadian rhythm. Circadian misalignment. Shift work. Nutrition.*

Article

Influence of circadian rhythms and the pattern of intake on the health of shift workers. A pilot study.

Olivia Vilaró Aragonés ¹

¹ Pharmacy and Food Sciences Faculty, Food Torribera Campus, University of Barcelona, E-08921 Santa Coloma de Gramanet, Spain

* Correspondence: ovilar90@gmail.com; Tel: +34-645-94-41-25

Received: 1 June 2021 / Revised: 18 June 2021 / Accepted: 21 June 2021 / Published: 29 June 2021

Abstract: Chronobiology is the science that studies the biological rhythms of living organisms. A complex system if internal clocks control the adjustment actions to the cycles of light/darkness. Many diseases are now associated with a dislocation of the circadian system. One of the main causes of mismatch is shift work and is related to obesity, type 2 diabetes, cancer as well as cardiovascular and metabolic diseases.

Only a few research papers study the relationship between the circadian pattern and de nutritional aspects of this group. For this reason, a pilot study was conducted with health workers to analyze the relationship of circadian rhythms, sleep and diet. The results conclude that the stability of the circadian temperature rhythm tends to decrease with age ($p=0.074$) and the rhythm of the intake pattern correlates positively with protein intake ($p=0.057$) and negatively with that of carbohydrates ($p= -0.024$). Calculating rhythmic stability with Rayleigh R can be an important tool in the study of patterns as an indicator of the degree of circadian mismatch and health alterations. The study enable the validation of the ankle peripheral temperature rhythm measurement and the establishment of nutritional recommendations.

Keywords: *Circadian rhythm. Circadian misalignment. Shift work. Nutrition.*

1. Introducció

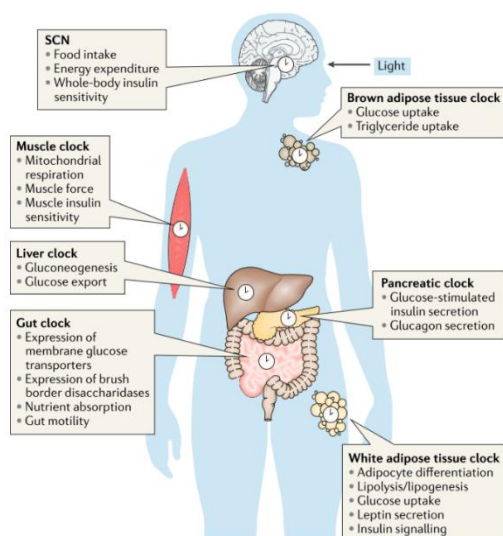
1.1 Què és la cronobiologia

La cronobiologia és la ciència que estudia els ritmes biològics, els ritmes que en els éssers vius han aparegut com a conseqüència de l'adaptació als canvis cíclics del planeta Terra. Etimològicament la paraula prové del grec: *kronos*-temps, *bio*-vida, *logos*-estudi. [1] En els mamífers, en concret en els humans, podem trobar diferents ritmes biològics que es defineixen com una variació oscil·lant d'una variable determinada amb un període constant.

Els ritmes es poden classificar de la següent manera: ritmes circadianis, són els ritmes biològics que fan referència aquells que duren aproximadament 24h (entre 20 i 28h) com per exemple; secreció d'hormones com el cortisol i la melatonina, alternança vigília i son, temperatura corporal. Altres ritmes són els ultradianis, que són aquells que la seva freqüència és superior a la diària (que duren menys de 24h); respiració, freqüència cardíaca, moviments intestinals, etc., i, per últim, trobem els ritmes infradianis que tenen una freqüència superior a la d'un dia, com pot ser el cicle menstrual en les dones que es repeteix cada 28 dies o els ritmes circanuals, que segueixen els canvis estacionals[1]. Així doncs, la periodicitat d'aquests ritmes coincideix amb ritmes geofísics i la sincronització que es produeix per la influència de l'entorn, com a mecanisme d'anticipació, amb el rellotge central de cada organisme. [3][4]

1.2 Regulació dels ritmes circadianis i cronodisrupció

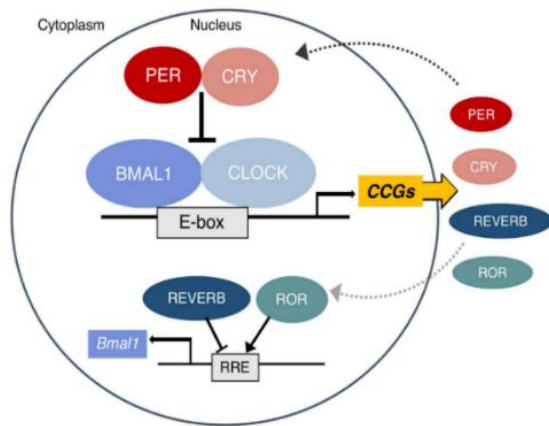
La majoria dels mamífers regulen els processos orgànics a ritmes de 24h per anticipar les accions necessàries per ajustar-se als cicles de llum/fosc. Tots aquests processos estan gestionats per un rellotge central ubicat al nucli supraquiasmàtic de l'hipotàlem (NSQ) que funciona de forma jeràrquica sent el marcapàs central que enviarà senyals directes, a través del SNA autònom, o indirectes a través de senyals bioquímiques i hormonals, principalment a través de la secreció



de melatonina a través de la glàndula pineal durant la nit i la secreció de cortisol per la glàndula suprarenal durant el dia, regulades per retroalimentació activa amb els rellotges perifèrics (cor, fetge, teixit adipós, ronyó, intestins i pàncrees)[3]. Tot el conjunt de rellotges intern permet ajustar els mecanismes fisiològics, bioquímics i conductuals per generar els ritmes circadianis, de gran importància en la regulació metabòlica (Figura 1).

Figura 1. Rellotges central i perifèrics i la seva implicació en la regulació metabòlica[4].

En condicions normals el NSQ s'anirà ajustant segons la informació de llum/fosc que capten els ulls a través d'unes cèl·lules fotoreceptores especialitzades que contenen un pigment fotosensible anomenat melanopsina[5]. Altres senyals com l'activitat/repòs, gana/sacietat activaran la maquinària dels rellotges perifèrics. El funcionament dels rellotges circadianis ve governat per tot un conjunt de gens, i les seves proteïnes producte, que reben el nom genèric de "gens rellotge", en anglès *Clock gens*[6]. Aquestes molècules es relacionen entre si a partir de cicles de retroacció inhibitoris i excitadors que se succeeixen en forma cíclica cada 24h.



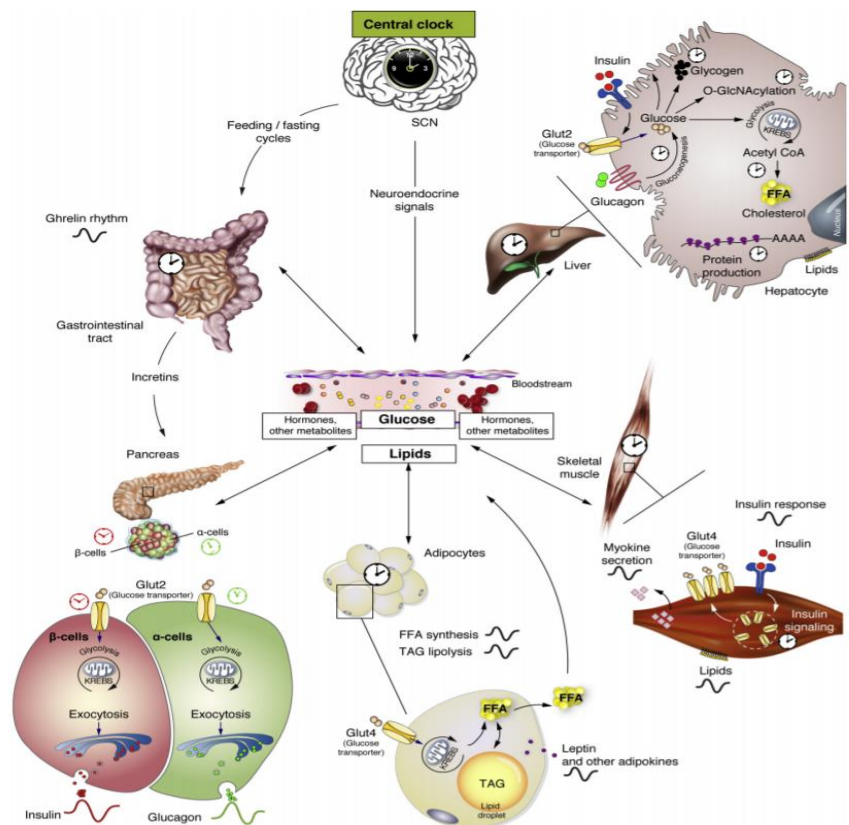
L'activitat cíclica dels rellotges està regulada pels components moleculars de transcripció *CLOCK* i *BMALL*. [7] El dímer d'aquestes dues molècules entra al nucli i activa la transcripció dels gens *PER* i *CRY* les quals actuen com a inhibidors del cicle. D'altra banda, *CLOCK* i *BMALL* activen l'expressió del receptor hormonal REV-ERB i ROR α que competeixen per activar la mateixa regió promotora activant o inhibint la seva

Figura.2 Esquema de la regulació dels gens rellotge[6].

expressió (Figura 2). Recents investigacions apunten que els rellotges perifèrics tenen certa autonomia respecte el NSQ i que estan relacionats amb el metabolisme gràcies als "gens controlats pel rellotge", en anglès Clock Controlled Gens (CCG)[8].

La pertorbació de l'ordre temporal intern dels ritmes circadianis fisiològics, bioquímics i del comportament es coneix com a cronodisrupció i té repercussions en la salut i el desenvolupament de malalties[9]. L'evidència obtinguda en un recent metaanàlisi[3] explica que un desajust dels rellotges perifèrics d'òrgans metabòlics genera alteracions en el metabolisme dels lípids, glucosa i proteïnes i té repercussions en les malalties metabòliques. (figura 3)

Figura 3. Representació de la coordinació entre el rellotge central i els perifèrics i la seva actuació per a la regulació del metabolisme lipídic, proteic i de la glucosa. L'alteració d'aquest sistema comporta risc a patir malalties metabòliques [3]



Moltes malalties actuals s'associen amb un desajust del sistema dels rellotges circadianis de l'organisme i dels cicles ambientals de l'entorn[10]. La privació de la son crònica[11], els treballs a torns[12], els patrons alimentaris alterats[13] i el jetlag social[14] són les principals causes del

desajust circadiari que de forma crònica provoca malalties metabòliques, obesitat, càncer, malalties cardiovasculars, immunitàries i diabetis tipus 2 que a la vegada provoquen més desajust establint un cercle viciós[3][15][16].

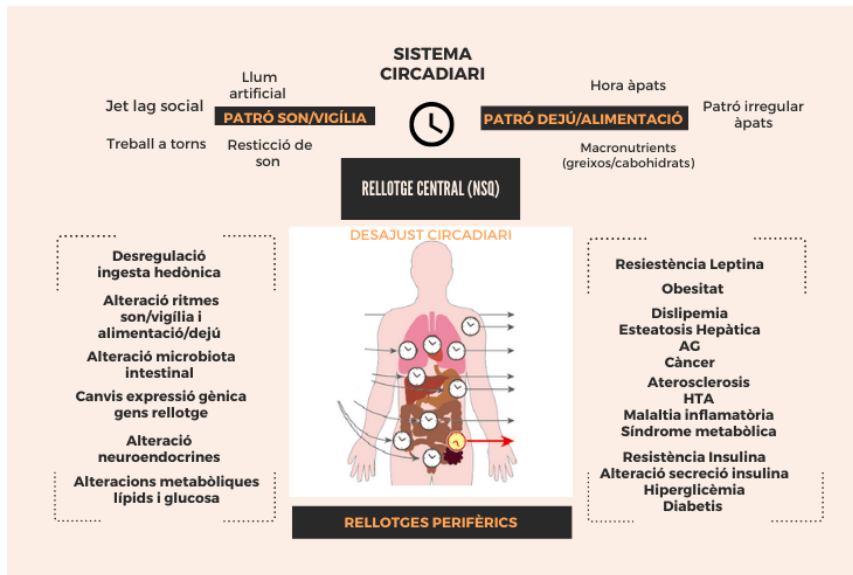
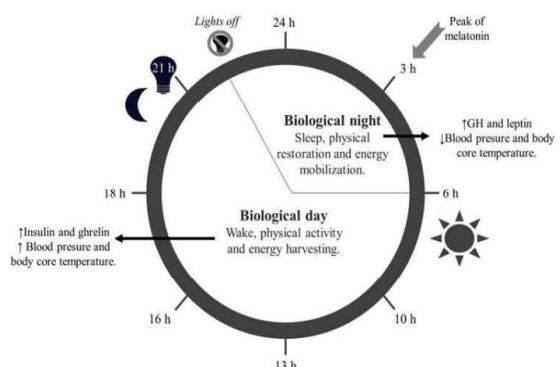


Figura 4. Esquema de les causes i les conseqüències del desajust circadiari en humans (elaborada a partir de [3] i [17]).

Pel que fa a l'alimentació, les característiques qualitatives, quantitatives i el moment en el que es menja són factors importants per a la regulació del relotge central intern. Les hormones relacionades amb la gana i la sacietat tenen un paper important en la modulació del sistema circadiari [18]. En estudis epidemiològics s'ha descrit que la restricció de les hores de son, el jetlag o treballs a torns està lligat a una pitjor alimentació. La restricció de les hores de son comporta una alteració entre la regulació hedònica i fisiològica de la gana, en la despesa energètica i els mecanismes de regulació de la glucosa i en els horaris dels àpats que es relacionaria amb un increment del sobrepès i la obesitat[19](figura 5).

Figura 5. Organització interna dels ritme circadiaris d'algunes variables fisiològiques ajustat a 24 h del cicle llum/fosc[18].



El moment de la ingesta és un factor clau independentment de la ingesta calòrica diària [8]. Estudis han demostrat que menjar durant la nit i fer dejuni durant el dia alteren el metabolisme de la glucosa i els nivells de leptina. A Espanya un estudi recent va revelar que dinar més tard de les 15h implicava una pèrdua menor de pes en persones obesas sotmeses a tractament [8]. Un

estudi de 12 setmanes va provar que els subjectes que esmorzaven més (700kcal) perdien més pes que als que se'ls hi donava extra calories de sopar. Alguns dels polimorfismes dels gens rellotge s'han relacionat amb major predisposició a l'obesitat i resistència a la pèrdua de pes [8].

1.3 Crononutrició i cronotip

Donada la importància de l'hora del dia en la ingesta d'aliments i el perfil circadiari de la major part de processos associats a l'alimentació ha sorgit la crononutrició que estudia l'impacte del moment en el que es menja. A més, el fet que els nostres estils de vida i patrons dietètics hagin canviat molt (horaris socials de 24/7, àpats fora de casa, patrons alimentaris irregulars, endarreriment de l'hora de sopar, menys hores de son, més exposició a llum artificial, canvis en l'entorn rural/urbà), ofereix una nova oportunitat en l'estudi de la crononutrició[20]. Reajustar els cicles de son/vigília amb els ritmes regulars dels àpats sembla una bona estratègia per actuar davant del desajust circadiari. Per exemple, la teràpia de llum durant el matí durant diverses setmanes millora la sensibilitat a la insulina amb pacients diagnosticats de diabetis tipus 2 [17].

La crononutrició proposa optimitzar l'esquema d'ingesta oferint una distribució dels àpats ajustada al moment metabòlic òptim. Així doncs, es recomana la ingesta matutina d'aliments rics en greixos (secreció de lipases), al migdia l'àpat més dens(secreció de proteases, amilases i pic de secreció d'insulina) i al vespre els àpats més lleugers (intentant realitzar-lo entre una hora i dues abans d'anar a dormir)[21].

El cronotip és la preferència d'horaris d'una persona (especialment del son) en relació al cicle llum i fosc. Aquest dependrà de l'edat, la genètica i l'exposició lumínica. La recerca dels gens rellotge ha permès identificar diferents tipus de cronotip, els de predomini matiner o de predomini vespertí, els últims presenten més jetlag social que els primers. Una restricció calòrica ajustada al cronotip individual i amb una pauta d'exercici representen bones estratègies per reajustar l'amplitud circadiària. Aquestes estratègies no farmacològiques poden ser bones opcions per millorar la incidència de les malalties metabòliques [22][23].

1.4 Desajust circadiari: Treball a torns

En la Llei de l'Estatut dels treballadors de 2015 es defineix el treballar a torns, o com a treballador nocturn, aquells treballs que tenen una forma d'organitzar-se en equips mitjançant el qual els treballadors ocupen successivament tots els llocs de treball en un cert ritme, continu o discontinu, implicant prestació de serveis per part del treballador en horaris diferents en els diferents dies o setmanes de la seva jornada laboral [38]. El marc legal regula l'horari, el temps de descans, l'alternança entre torns i la protecció de la seguretat i la salut dels treballadors a torns obligant a tenir sistemes de control en el cas que hi hagi un empitjorament de la salut derivat d'aquest canvi d'horari es pugui procedir al canvi en horari diürn d'aquest treballador.

Pel que fa al torn pot tenir diferents característiques i és difícil trobar una descripció homogènia. És podria considerar la classificació segons treball continu (24/7, 365 dies), semi continu (inclou tres torns, matí/tarda/nit i descans diumenge) i discontinu (dos torns, matí/tarda), però segons el col·lectiu al que fem referència, a continuació s'explica la proposta més habitual en professions sanitàries: [24]

- Torn fix: el treballador sempre es troba en horari de matí o de tarda o de nit.
- Torn fix amb nits: es realitza torn de matí o de tarda i una setmana de nits.
- Torn fix de 12 h: Torn de dia o de nit cada 48h.
- Torn antiestrès: Torn de matí, tarda o nit alternats durant la setmana
- Torn rotatori complet: Torn de matí, tarda o nit rotatoris estables o no tot i que normalment els períodes de rotació s'alternen organitzant-se per setmanes.

Segons la V Enquesta Europea de Condicions de Treball presentada l'any 2015 el 25% de la jornada laboral dels treballadors europeus treballa en jornades a torns o nocturnes. Els que presenten major proporció són els sanitaris (36%), hoteleria i restauració (30%), indústria (26%) i transport i comunicacions (24%). A Espanya el 20% dels treballadors són a torns o nocturns. En el sector de la sanitat un 30% treballa en jornades a torns[37].

La cronodisrupció que implica el desajust circadiari mantingut dels treballador a torns s'ha estudiat englobat en el terme, en anglès, shift work disorders (SWD). Aquestes alteracions produeixen en els treballadors episodis de somnolència i/o insomni, augmentant el risc de patir accidents laborals, augmenta les taxes d'absentisme laboral, dificultats per concentrar-se, i més risc de patir depressió i ansietat. Entre un 10 i un 44% dels treballadors pateix algun d'aquests trastorns. Aquestes no només incideixen en la qualitat de la son i la seguretat dels treballadors sinó que també afecten a la seva qualitat de vida per tenir més risc de patir altres trastorns i malalties com les cardiovasculars, fatiga, problemes gastrointestinals, reproductius, sobrepès/obesitat i major risc d'incidència d'alguns tipus de càncers[24].

Hi ha alguns factors determinants en l'impacte en la salut i el sistema circadiari dels treballs a torns:

- Tipus de torns: hora d'inici del torn, número d'hores al dia, la rotació o l'estabilitat, si és regular o no, cap a quina direcció es rota.
- Anys que porta el treballador en el sistema de torns.
- Intensitat: dies que passen lliures entre torn i torn.

Per fer-se una idea un sistema rotatori on el treballador tingui una rotació en sentit horari (matí, tarda, nit) és menys disruptiu que un antihorari (dia, nit, tarda) però els dos torns seran més disruptius que un treballador que té un torn permanent. En aquest sentit apareixen altres

factors importants a tenir en compte com són el sexe, l'edat, personalitat, cronotip (matutí o vespertí), flexibilitat (a treballar en hores que hauríem d'estar dormint) i resistència a l'estrès. Treballar quan el rellotge intern indica que s'ha de dormir a la llarga acaba generant disruptcions del ritme circadiari que provocarà alteracions en la nostra salut. L'explicació d'aquest desajust es veu donat per una exposició de llum durant la fase de fosc, ingesta d'aliments durant la fase de repòs i alteracions del son (es redueix la quantitat i la qualitat de la son). Aquesta situació s'agreuja especialment amb persones amb cronotip precoç i que consumeixen estimulants durant el torn (café i tabac). [9]

Els problemes que es generen per la disfunció circadiària són els següents: a curt termini, interfereixen a nivell fisiològic amb alteracions dels cicles son/vigília, temperatura, amb l'eficiència del treball (disminueix l'alerta, augmenta la somnolència diürna, errors, número d'accidents) i interfereix en les relacions familiars i socials. A llarg termini, presenta riscos per la salut : insomni, estrès, fatiga crònica, depressió i d'altres que s'expliquen a continuació:

- **Càncer**

La IARC va concloure que el treball a torns que implica disruptió circadiària es probablement cancerigen en humans (2a), l'evidència carcinogènica en animals és suficient però en humans és limitada[25].

La supressió de la producció de melatonina influeix en les concentracions endògenes d'hormones sexuals sent un factor de risc pel càncer de mama. Les evidències de l'associació del risc de patir càncer de colòn i pròstata encara són limitades[26].

- **Diabetis**

En estudis observacionals s'ha vist que els treballadors a torns de nit tenen més risc de patir diabetis tipus 2, que augmenta segons el número de torns, i que els que tenen un cronotip més vespertí tenen pitjor control glicèmic. En un metaanàlisi es va veure que els treballadors a torn tenen un 9% més de risc de patir diabetis respecte els normals. El sexe influeix (més risc per homes)[27] [28]. Sembla que les alteracions de la secreció de melatonina i mutacions en el seu receptor estan associades amb més risc de patir diabetis tipus 2 incrementant la resistència a la insulina. Hi ha estudis que indiquen que el risc de patir diabetis és degut a la pèrdua de la funció de les cèl·lules beta del pàncrees produïda pel treball a torns[4][27].

- **Obesitat**

Hi ha evidència que els treballadors a torns tenen IMC més alts que els que no ja que la majoria canvien els seus hàbits alimentaris en funció de la disponibilitat dels aliments durant la matinada i alteren el consum de menjar. La tendència a menjar aliments rics en sucres simples i greix saturat durant la nit s'ha associat a més obesitat[8].

Wu et al. van determinar en el seu metaanàlisi que dormir >9h/nit o <6h/nit està relacionat amb més risc de patir obesitat, evidència més forta pels individus que dormen menys (fins un 45% més risc associat)[18].

- **Malalties cardiovasculars**

Els estudis no han demostrat els mecanismes fisiopatològics però s'ha demostrat en estudis epidemiològics que els treballadors a torns tenen un augment de la pressió arterial sistòlica i fins a un 60% més de probabilitats de patir un ictus, infart agut de miocardi i HTA[7].

- **Problemes gastrointestinals**

Degut a l'alteració de la secreció hormonal del sistema digestiu relacionada amb la disfunció dels ritmes circadianis es produeixen alteracions digestives com ara estrenyiment, diarrea, acidesa estomacal, úlceres gàstriques i síndrome intestí irritable.

- **Alteracions reproducció**

L'alteració dels ritmes circadianis pot influir produint una alteració de la funció reproductiva. S'han trobat dades d'alteracions de la menstruació (duració, quantitat i característiques del dolor) i de la secreció hormonal (FSH)[24].

A la vista de tot el comentat anteriorment i tenint en compte la necessitat d'establir pautes per millorar la salut de les persones que treballen a torns, es va plantejar un estudi pilot per analitzar els ritmes circadianis de treballadors a torns de l'àmbit sanitari i la seva relació amb l'alimentació. El propòsit de l'estudi va ser analitzar el ritme circadiari de temperatura perifèrica, son i ingesta i la seva relació amb les variables nutricionals de la dieta. Els objectius secundaris que es van plantejar van ser determinar una mesura del grau d'estabilitat dels patrons rítmics dels treballadors a torns, analitzar la relació entre les hores de son i la ingesta dels treballadors a torns i validar l'ús del sensor de temperatura per a la determinació de ritmes circadianis emprant el turmell com a zona de localització.

2. Treball de recerca. Influència dels ritmes circadianis i del patró de la ingesta en la salut dels treballadors a torns sanitaris. Un estudi pilot.

2.1 Metodologia

Estudi pilot observacional on es van reclutar 15 participants als quals se'ls va proposar fer un registre de les hores de son, ingesta alimentària i monitorització de la temperatura perifèrica durant 15 dies. La recollida de dades es va portar a terme del 17 de novembre a l'1 de desembre del 2020.

2.1.1 Població a estudi

La mostra d'estudi són 15 voluntaris d'edats compreses entre 35 i 49 anys, treballadors sanitaris (infermeres, auxiliars d'infermeria/TCAI, auxiliars sanitaris, treballadores socials i administratius) de l'Hospital Clínic de Barcelona. Els criteris d'inclusió van ser tenir més de 18 anys, treballar a torns, donar el consentiment de forma voluntària per participar a l'estudi i seguir el registre alimentari, de son i de temperatura amb un sensor de col·locat al turmell.

Els participants s'han dividit en dos grups; els casos, treballadors de nit i els control, treballadors diürns. La descripció de l'organització dels torns dels participants és la següent; torn de 37,5 h de matí (8-15h), tarda (15-22h), nit (22-8h); setmana llarga (dll, dm, dv, dss, dg), setmana curta (dm, dj) i torn de cap de setmana (dv, dss, dg) de 21h de matí, tarda o mixt. La mostra analitzada es divideix en 10 participants de nit, 2 de caps de setmana (1 mixt i 1 de tarda) i 2 de 37,5h de tarda. Els participants de cap de setmana durant la duració de l'estudi van haver de treballar també en torns de nit per requeriments del servei.

A nivell antropomètric s'ha realitzat el registre del pes i la talla per establir l'anàlisi de l'IMC (kg/m^2) i classificar segons els criteris de la OMS: Baix pes ($< 18,5$), Normal ($18,5-24,9$), Sobrepès ($25-29,9$), Obesitat (>30).

2.1.2 Anàlisi nutricional i dietètic

Els participants van fer un registre de 24h autocomplimentat de forma exhaustiva, prèviament comentat amb els subjectes i amb les directrius importants donades per escrit, durant dues setmanes. Les dades es van analitzar amb el programa de càlcul nutricional professional (PCN Pro 1.0.32).

2.1.3 Determinació de la temperatura perifèrica

La temperatura perifèrica es va determinar al turmell contínuament durant 15 dies mitjançant un sensor de temperatura (*Thermochron iButton DS1921H, Dallas, Maxim*) amb una sensibilitat de $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ i programat per determinar una mostra cada 15 min. Es va fixar a una canellera esportiva de cotó de doble cara i la superfície del sensor es va col·locar a la part interna del

turmell. La informació emmagatzemada a l'iButton es va transferir a través d'un adaptador (DS1402D-DR8; IDC) a un ordinador personal mitjançant l'iButton Viewer v.3.22 (el programari Dallas Semiconductor MAXIM proporcionat pel fabricant). El perfil de temperatura mostra nivells més alts durant la nit quan el subjecte està en repòs donat que la temperatura perifèrica és proporcionalment inversa a la central.

2.1.4 Anàlisi dels ritmes circadianis

L'anàlisi rítmica es va utilitzar per caracteritzar el ritme de la temperatura del turmell, el ritme de son, i el ritme de la ingesta d'aliments (expressat en percentatge). D'aquestes variables es va calcular el mesor (valor mitjà del ritme de ajustat a una funció cosinus), l'amplitud (diferència entre el valor màxim [o mínim] de la funció cosinus i el mesor) i l'acrofase (temps del valor màxim de la corba ajustada del cosinus en relació amb les 00:00h locals). L'agrupació de les acrofases es mesura per la prova de Rayleigh. Aquesta prova proporciona un valor R de Rayleigh (entre 0 i 1) proporcional al grau d'homogeneïtat de les fases durant el període analitzat i es pot considerar com una mesura de l'estabilitat de fase del ritme durant dies successius. A més, s'ha estudiat els valors mitjans de les variables durant el dia i la nit

El càlcul de variables rítmiques es va fer amb el programa específic per cronobiologia El Temps (Diez Noguera, v314,).

2.1.5 Anàlisi estadística

L'anàlisi estadístic s'ha fet amb el programa estadístic IBM PASW versió 25. Les variables descriptives s'han analitzat amb taules de freqüència, percentatges, mesures de tendència central (mitjana) i de dispersió (desviació estàndard). Inicialment s'ha realitzat un test d'homogeneïtat de variàncies (prova de Levene) i una comparació de variables entre els grups casos i controls, a través d'una T de Student. Quan s'ha comparat diferències de variables entre dies de feina i festius s'ha utilitzat la prova t de Student aparellada. L'associació entre variables s'ha realitzat a través de la correlació de Pearson.

2.2 Resultats

A l'estudi es van incloure 15 participants, 10 dones i 5 homes, que es van dividir en dos grups: casos (N=11) i control (N=4). De tots els participants reclutats es va haver d'excloure un (Grup Cas, sexe femení) per pèrdua del sensor de temperatura. Les mitjanes de les dades demogràfiques es mostren a la taula 1.

Taula 1. Descripció dels paràmetres antropomètrics de la mostra (N=14)

	MITJANA	DE
EDAT (anys)	38,8	5,07
ALÇADA (m)	1,64	8,63
PES (kg)	68,28	14,21
IMC (kg/m²)	25,15	4,18

A nivell antropomètric, segons l'anàlisi de l'IMC la mostra es distribueix de la següent manera: Normal (N=8), Sobrepès (N=5), Obesitat Grau I (N=1). La mitjana IMC en les dones és de 24,52 (Normal) i en homes de 26,3 (Sobrepès). Del total de la mostra un 53% tenia normopès i un 47% sobrepès/obesitat.

L'anàlisi nutricional (taula 2) indica que no hi ha diferències significatives entre els grups pel que fa referència a la composició dels aliments, ni a nivell general ni en els dies laborables o festius.

Taula 2. Resultats nutricionals (Control n=4; Casos=10)

	CONTROL		CAS		Significació
	MITJANA	DE	MITJANA	DE	
TOTAL					
Calories	2002,54	183,95	1539,23	167,62	0,139
Carbohidrats (%)	42,77	0,74	36,96	2,59	0,193
Lípids (%)	39,91	0,51	39,76	1,14	0,939
Proteïnes (%)	17,13	1,09	21,70	2,27	0,244
Sucres simples (%)	16,69	0,93	12,85	1,40	0,126
Fibra(g)	20,32	2,07	18,52	2,22	0,644
Àcids grassos saturats (%)	15,02	0,92	13,14	0,72	0,171
Àcids grassos Monoinsaturats (%)	15,92	0,38	16,80	0,64	0,426
Àcids grassos poliinsaturats (%)	5,59	0,48	5,93	0,64	0,758
Cafè (nº tasses)	17,63	7,08	24,00	4,49	0,462
Cafè (mitjana)	2,65	0,81	3,25	0,52	0,596
Cafeïna (mg)	1857,50	736,87	2147,67	388,52	0,741
DIA LABORABLE					
Calories	1830,20	314,48	1329,73	139,99	0,143
Carbohidrats (%)	40,13	2,98	39,75	2,33	0,937
Lípids (%)	43,88	3,01	38,32	1,38	0,101
Proteïnes (%)	15,55	0,60	19,76	1,48	0,162
Cafè (tasses mitjana)	2,18	116,19	1,84	0,42	0,083
Cafeïna (mg)	81,25	43,31	137,57	22,65	0,352
DIA NO LABORABLE					
Calories	1946,64	210,28	1576,69	184,11	0,334
Carbohidrats (%)	42,07	0,67	36,70	2,66	0,308
Lípids (%)	38,93	0,60	39,05	1,24	0,961
Proteïnes (%)	19,09	1,25	22,85	2,57	0,457
Cafè (tasses mitjana)	1,21	0,15	2,31	0,41	0,281
Cafeïna (mg)	77,45	40,62	180,35	36,84	0,274

S'ha estudiat també la diferència de la composició dels aliments entre els dies treballats i els no treballats (amb t Student aparellada). En el contrast de les hipòtesis s'ha obtingut resultats significatius pel que fa el percentatge proteic de la ingesta dels dies treballats, $18,79 \pm 1,24$ i els no treballats, $21,98 \pm 2,02$ ($p=0,07$). A més, tot i no ser estadísticament significatiu, ($p=0,097$), sembla que s'intueix una tendència de la mostra a diferenciar la ingesta calòrica dels dies treballats $1445,23 \pm 141,72$ i els no treballats $1662,07 \pm 154,43$.

L'anàlisi circadiària s'ha realitzat amb les dades temporals de la ingesta calòrica, del son i de la temperatura. A la figura 1 es mostra un exemple de patrons rítmics d'un cas (participant 8) i d'un control (participant 15) per les variables estudiades.

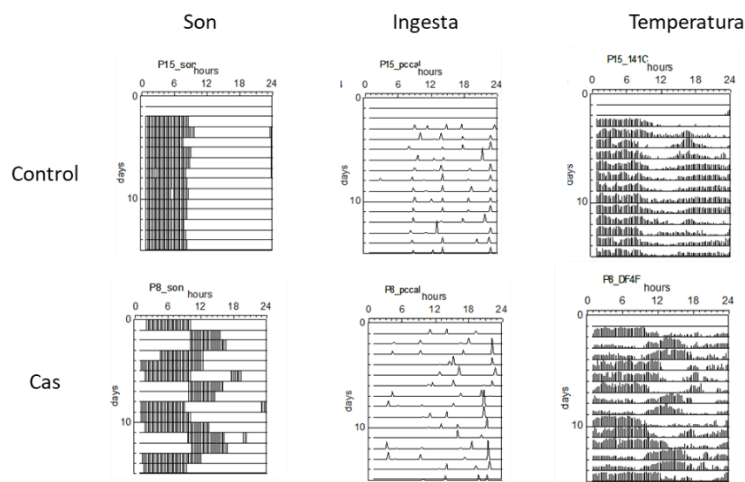


Figura1 Gràfic de ritme de son(A), ingesta(B) i temperatura(C) dels participants nº8 (cas) i nº15 (control). S'observa com el patró rítmic de les variables estudiades del participant control és més regular que el del cas.

Els resultats obtinguts mostren una diferència significativa entre les mesures de ritmicitat pel que fa l'amplitud de la ingesta i l'amplitud i l'estabilitat de son entre els dos grups (Taula 3). Així un valor més elevat d'amplitud, reflecteix més contrast entre el dia i la nit, el que s'observa

Taula 3. Resultats anàlisi circadiària

	CONTROL		CAS		Significació
	M	DE	M	DE	
Mitjana ingesta calòrica	0,99	0,03	1,00	0,01	0,745
Amplitud ingesta calòrica	0,44	0,02	0,68	0,04	0,001
R_ingesta calòrica	0,67	0,05	0,74	0,03	0,275
Max_ingesta calòrica	1,56	0,06	1,69	0,04	0,132
Min_ingesta calòrica	0,02	0,01	0,14	0,03	0,015
Mitjana son	0,32	0,01	0,31	0,02	0,865
Amplitud son	0,44	0,02	0,26	0,01	0,000
R_son	0,86	0,05	0,59	0,02	0,000

Mitjana temperatura	31,12	0,39	30,41	0,55	0,450
Amplitud temperatura	0,92	0,39	1,13	0,12	0,516
R_temperatura	0,54	0,17	0,49	0,07	0,702
Max_temperatura	32,57	0,36	31,71	0,55	0,371
Min_temperatura	30,40	0,54	29,50	0,53	0,341

Posteriorment s'ha estudiat l'associació entre l'estabilitat del ritme de son, temperatura i menjar amb les demés variables estudiades. Mitjançant una correlació de Pearson s'ha obtingut que l'edat ha resultat una variable de desajust de l'estabilitat de la temperatura ($p = 0,074$). La mitjana calòrica es modifica segons l'estabilitat de la ingesta de forma inversa ($p = -0,055$) de la mateixa manera que la ingesta de carbohidrats ($p = -0,024$). En canvi pel que fa la ingesta proteica de la dieta dels participants es correlaciona de forma positiva amb l'estabilitat de la ingesta ($p = 0,057$).

Per últim, és interessant destacar que l'estabilitat de les 3 variables rítmiques no correlacionen entre elles. En el cas dels controls, la major estabilitat correspon al son, després al menjar i en últim lloc a la temperatura. En el cas dels casos la major estabilitat és la ingesta calòrica, després la temperatura i per últim el son.

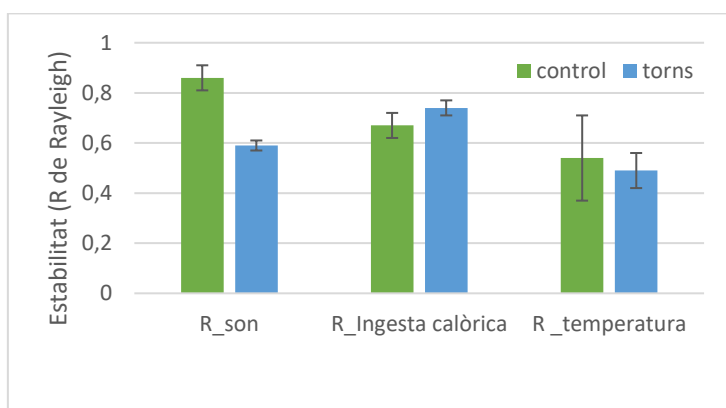


Figura. Comparació entre els casos/controls i l'estabilitat del ritme. Càlcul de la mitjana i error estàndard.

2.3 Discussió

En aquest treball s'ha estudiat la relació entre l'estabilitat dels patrons circadianis de son, menjar i temperatura amb les variables nutricionals. Cal comentar, però que el treball presentat és un estudi pilot ja que únicament s'han pogut estudiar 14 treballadores, es necessitaria una mostra més gran per poder establir resultats extrapolables.

D'altra banda, s'ha vist que l'edat és un factor a tenir a en compte pel seu impacte en el desajust circadiani. Alguns estudis conclouen que a partir dels 45-50 anys són edats crítiques en les que augmenta la intolerància als torns i pels efectes de l'envelliment es pot començar a tenir sons de duració més curta i més fraccionats implicant més somnolència en hores diürnes i empitjorant els efectes ja esmentats del treball a torns[24]. Els resultats de l'estudi mostren com

en augmentar l'edat l'estabilitat del ritme de la temperatura corporal es veu més alterat, indicador d'un desajust en el sistema circadiari.

El nucli supraquiasmàtic controla els canvis diaris que es produeixen a nivell de la temperatura corporal, la ingesta d'aliments i els cicles de son/vigília a través del control de l'alliberació hormonal influint en els ritmes dels òrgans perifèrics[2]. La llum i l'alimentació s'han establert com a disruptors del sistema circadiari[29]. Les possibles respostes d'aquesta alteració es relacionen amb els nivells de secreció de cortisol, induint a l'organisme a un estat d'estrès, i dels ritmes de la temperatura, mostrant una menor capacitat del metabolisme per oxidar carbohidrats, per tant, més intolerància, i menys despesa energètica en repòs.

Estudis experimentals han demostrat que l'impacte de les alteracions del son implica un increment de la gana degut a un augment de la grelina i una disminució de la leptina produint una disfunció del metabolisme dels carbohidrats i intolerància a la glucosa i a la insulina[19], s'ha quantificat que durant la nit es secreta un 20% menys d'insulina [12]. Aquestes alteracions en el control de la gana/sacietat s'han relacionat amb eleccions menys saludables i augment de l'IMC en els treballadors a torns. La prevalença de sobrepès i obesitat en aquest grup oscil·la al voltant d'un 42,7% i un 2,8% respectivament[30]. L'estudi realitzat tot i tenir una mostra petita, s'ha obtingut una prevalença d'un 35% pateix de sobrepès i 7% obesitat.

Una revisió sistemàtica revela que les diferències en el pes no es donen per la ingesta energètica sinó per l'horari dels menjars, l'elecció dels aliments i la variació metabòlica entre el dia i la nit[31]. En general, els estudis epidemiològics demostren que les persones que pateixen desajust circadiari sigui per jetlag social o pel treball a torns mostren IMC més alt, major percentatge d'adipositat i probabilitats de patir obesitat, síndrome metabòlic i diabetis. A més a més, el seu consum alimentari es veu associat a major consum de calories, greixos i colesterol al sopar i més proteïnes i greixos totals[18]. Sembla que els patrons alimentaris dels treballadors a torns tindrien una tendència a realitzar àpats entre hores hipercalòrics, ingesta d'altres quantitats de cafeïna, sopars abundants, hiperfàgia nocturna, omissió d'àpats (normalment l'esmorzar) i sedentarisme diürn[14]. Una enquesta recent sobre la composició de la dieta i la ingesta durant la nit dels treballadors a torns va concloure que no hi havia grans diferències, excepte per l'increment de carbohidrats i la disminució de la ingesta de greix saturat i la tendència a saltar-se àpats[31].

En el nostre estudi no s'han trobat diferències en l'anàlisi nutricional que es pot deure al baix nombre d'individus estudiat. En canvi, sí que s'ha trobat que la comparació de la composició dels aliments entre els dies treballats i els no treballats (amb t Student aparellada) hi ha una tendència a un increment d'ingesta proteica i de la ingesta calòrica els dies no treballats. Això fa pensar en un estil alimentari més elaborat els dies no treballats potser degut a una millor conciliació de l'horari social.

La part més innovadora del projecte ha estat l'estudi de l'estabilitat dels ritmes circadianis i la seva relació amb la conducta alimentària, camp en el que hi ha, a hores d'ara, molts pocs treballs. Cal considerar que molt probablement els dies de treball influeixen en els dies de no treball, per tant, resulta interessant poder analitzar el patró mitjà dels individus pel que fa als seus patrons circadianis. En aquest aspecte observem, d'una banda que l'estabilitat del ritme de son és molt més baixa en els treballadors a torns, tot i que es manté l'estabilitat del ritme de menjar, que fins i tot és una mica més alta (però no significativa). Això ens fa pensar en que l'organisme busca compensar l'estabilitat rítmica. L'estabilitat de la temperatura perifèrica presenta en els casos molta més dispersió, el que ens suggereix que pot ser una mesura del desajust intern de la persona que treballa a torns. La relació entre l'estabilitat del ritme de temperatura i el de son amb la composició dels aliments no ha donat un resultat significatiu, tot i que no sabem si es pel nombre baix de participants o bé per ser variables, especialment la temperatura, que mesuren processos interns i no tant conductualment modificables. El nostre estudi és original en el fet que relaciona l'estabilitat del ritme de menjar amb la seva composició. Els resultats revelen que quan més estable és el ritme de la ingesta més proporció de proteïnes es consumeixen i menys quantitat de carbohidrats. Pel que fa els greixos tot i que la tendència sembla que augmentaria durant els dies que es treballa no s'han obtingut resultats estadísticament significatius. Tanmateix, els resultats apunten a que hi ha una tendència a una menor ingesta calòrica mentre més estabilitat del ritme de menjar ($p=0.07$). Aquest resultat indica la importància de mantenir un patró estable de menjar en els aspectes nutricionals de les persones que treballen a torns.

És interessant comentar que en general, la tendència dels patrons de son i els de temperatura van en paral·lel (observar figura 1), així els dels treballadors a torns semblen més desajustats dels que tenen un torn estable. Tot i així, els participants 3 i 4 caracteritzats com a controls tenen un desajust en la ritmicitat de la temperatura que no es poden explicar amb els resultats obtinguts amb el seu ritme de son. Podria ser degut a que en aquestes persones el rellotge intern estigués desajustat degut als canvis de torns crònics i no coincidís el ritme de temperatura amb el de son, ja que aquest es regeix també de forma conductual.

En nous estudis seria interessant determinar el nombre d'anys que la persona ha treballat a torns i la seva percepció subjectiva de tolerància al torns. En aquest punt cal afegir que es coneix que la tendència del cronotip (matutí/vespertí) té implicacions en l'adaptació dels treballadors al torn. Els treballadors matutins tenen més dificultats per adaptar-se a la rotació i a treballar de nit. Conèixer aquesta tendència mitjançant qüestionaris validats pot ser una eina útil per valorar la tolerància i adaptació dels treballadors als diferents torns.

Seria interessant, en properes investigacions, correlacionar les dades relacionades amb la estabilitat rítmica dels patrons circadianis de temperatura, son i menjar amb paràmetres bioquímics i la seva implicació en la salut.

Per últim, cal comentar que els canvis d'horari de la mostra degut als requeriments d'ampliació d'horari per motius de COVID dels treballadors de cap de setmana identificats com a controls, la duració de l'estudi, els possibles errors en el seguiment del registre dietètic, d'introducció de dades i els oblots del sensor de temperatura poden ser factors limitants pel que fa a les dades obtingudes.

En resum, el nostre treball mostra com l'edat i el ritme del patró de la ingesta són factors importants a tenir en compte en el desajust circadiari de treballadors a torns. Tot i que no és fàcil realitzar un anàlisi de ritmes de manera global, el càlcul R de Rayleigh ha resultat una variable potencialment important per quantificar el grau d'ajust dels ritmes circadianis. A més, la monitorització de la temperatura perifèrica al turmell s'ha demostrat com una zona efectiva pel seu objectiu.

La cronobiologia ens permet entendre millor la nostra fisiologia i els nostres ritmes, els òptims serien aquells que s'ajusten als interns i als socials. Respectar els ritmes biològics interns i externs potenciant un patró regular en els horaris de menjar potencia un estat de salut més òptim.

2.4 Conclusions

Les conclusions generals del treball són:

- L'evidència científica conclou que treballar a torns és un factor de desajust circadiari i repercuteix en la salut, influeix en una major prevalença d'obesitat, hipercolesterolèmia, valors HDL disminuïts, malalties cardiovasculars, diabetis tipus 2 i càncer (la IARC classifica el treball a torns en un risc 2a)
- Una organització dels torns tenint en compte la duració, la freqüència de rotació dels torns, la regularitat, previsió, sentit de la rotació, relació de número de nits treballades i descansades i l'horari d'inici i de finalització del torn pot tenir un impacte menys negatiu per a la salut i millorar la satisfacció personal i laboral.
- Es necessari millorar la recerca dels efectes en la salut dels treballadors a torns, la vigilància de la salut d'aquests i promoure formació per millorar els hàbits saludables, disminuir el tabac, l'alcohol i recomanar la realització d'activitat física.

Finançament

Aquesta investigació no ha rebut finançament extern.

Agraïments

L'autora agraeix el suport rebut per part de la tutora del TFG, del Departament de Bioquímica i Fisiologia pel préstec del material per portar a terme l'estudi pilot i dels participants de l'estudi.

Declaració de consentiment informat

S'ha rebut el consentiment informat de tots els participants implicats en l'estudi.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no hi ha conflicte d'interessos.

3. Recomanacions pels treballadors a torns

Els treballadors a torns presenten un factor de risc per la salut associat al desajust crònic dels seus ritmes circadianis. En la literatura es troben diferents recomanacions per al col·lectiu [25][30][32][33][34][35][39][40]. A continuació es presenten les recomanacions més importants des del punt de vista nutricional i cronobiològic amb la finalitat de contribuir a mantenir el seu estat de salut:

- Mantenir un horari regular dels àpats.
- Mantenir una dieta equilibrada i saludable. Les estratègies s'haurien d'enfocar a incrementar el consum de: fruites i hortalisses, llegums, fruita seca. D'altra banda, canviar a: aliments de temporada i proximitat, integrals, prioritzar l'aigua com a beguda i utilitzar oli d'oliva verge. I per últim, disminuir: sal, sucres, carn vermella i processada i aliments ultraprocessats.
- Consumir un àpat lleuger durant l'horari nocturn (reduir la quantitat de greixos i prioritzar els de bona qualitat). Incloure fruita de postres.
- Realitzar un àpat calent 2-3 hores després d'aixecar-se i abans de començar el torn.
- Limitar el consum de substàncies estimulants a la primera part del torn de nit.
- Anar a dormir tot just acabat el torn. No exposar-se a llum intensa abans d'anar a dormir havent sortit.
- En la mesura del possible, tenir llums autoregulables a les unitats per poder adaptar-les a les diferents hores del dia i torns.
- Dormir 7-8 h i valorar la migdiada segons tolerància de la persona abans del torn de treball.
- Dormir en una habitació fosca i aïllada del soroll.
- Afavorir rituals que ajudin a conciliar el son (per exemple: dutxar-se abans d'anar a dormir, ja que incrementa la temperatura perifèrica).
- Si abans d'anar a dormir es té gana menjar algun snack lleuger.
- Al dia següent, mantenir activitats segons l'horari habitual.
- Mantenir un estil de vida actiu. Realitzar exercici físic (millor si es pot seguir un horari regular.)

El treball nocturn és necessari en determinades professions, però esdevé un risc per a la salut per a les persones treballadores. Per aquest motiu, cal ser-ne conscients per ajustar i conciliar la vida laboral i privada a favor de la nostra salut.

La recomanació general seria reduir al màxim els treballs a torns, sobretot els torns nocturns (mínim 11 h de diferència entre torns). Pel que fa les empreses, s'hauria d'establir/regular mesures preventives i de vigilància de la salut. Una bona estratègia seria identificar el cronotip dels treballadors per optimitzar les seves condicions de treball i afavorir la rotació en el cas que la tolerància no sigui correcta.

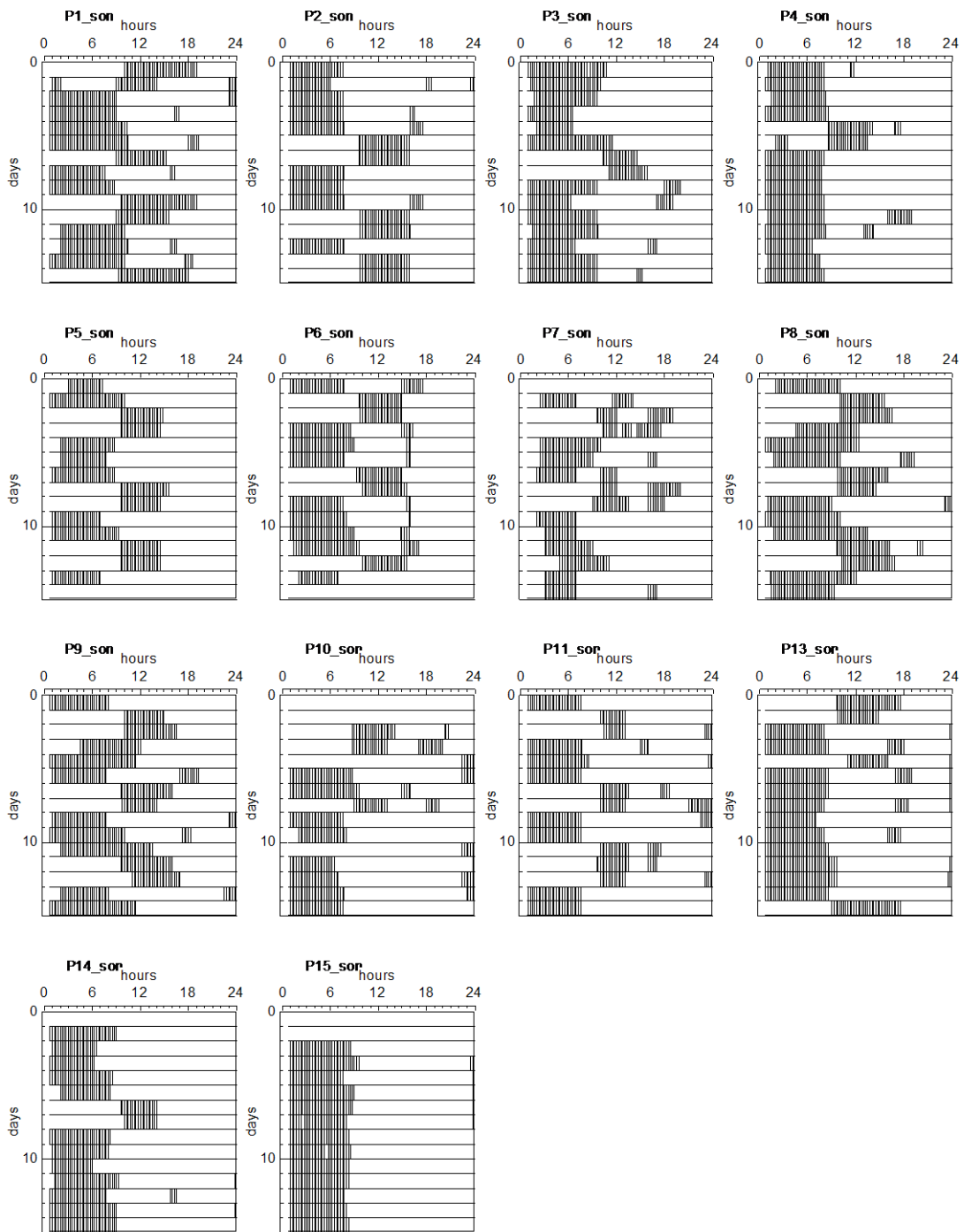
Bibliografia

1. Ritmes de la vida, Els. Com la cronobiologia ens ajuda a viure millor (2a edició). Trinitat Cambras i Antoni Díez. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona Disponible en: <http://www.publicacions.ub.edu/ficha.aspx?cod=08017> (accedido jun 2, 2021).
2. Riu, T.C. El temps biològic. Els ritmes circadianis i les seves implicacions en la salut. *Atzavara, L'* **2019**, *29*, 65-74.
3. Sinturel, F.; Petrenko, V.; Dibner, C. Circadian Clocks Make Metabolism Run. *J. Mol. Biol.* **2020**, *432*, 3680-3699, doi:10.1016/j.jmb.2020.01.018.
4. Stenvers, D.J.; Scheer, F.A.J.L.; Schrauwen, P.; la Fleur, S.E.; Kalsbeek, A. Circadian clocks and insulin resistance. *Nat. Rev. Endocrinol.* **2019**, *15*, 75-89, doi:10.1038/s41574-018-0122-1.
5. Cronobiología, L.A.; Alimentación, L.A.; Salud, Y.L.A.; Aza, M.G. Introducción ¿ Qué es la cronobiología ? Una de las características más evidentes de los seres vivos es la existencia de cambios El sistema circadiano de los humanos está compuesto por una red de estructuras jerárqui-. **2015**, 101-122.
6. Zilberter, T.; Dumbell, R.A.; Helfer, G.; Sung, H.-K.; Pickel, L. Feeding Rhythms and the Circadian Regulation of Metabolism. *Front. Nutr. | www.frontiersin.org* **2020**, *1*, 39, doi:10.3389/fnut.2020.00039.
7. Woller, A.; Gonze, D. Circadian misalignment and metabolic disorders: A story of twisted clocks. *Biology (Basel)*. **2021**, *10*.
8. Garaulet, M.; Gómez-Abellán, P. Cronobiología y obesidad. *Nutr. Hosp.* **2013**, *28*, 114-120, doi:10.3305/nh.2013.28.sup5.6926.
9. Vetter, C. Circadian disruption: What do we actually mean? *Eur. J. Neurosci.* **2020**, *51*, 531-550, doi:10.1111/ejn.14255.
10. Kelly, R.M.; Healy, U.; Sreenan, S.; McDermott, J.H.; Coogan, A.N. Clocks in the clinic: Circadian rhythms in health and disease. *Postgrad. Med. J.* **2018**, *94*, 653-658.
11. Julius, A.A.; Yin, J.; Wen, J.T. Time optimal entrainment control for circadian rhythm. *PLoS One* **2019**, *14*.
12. Arendt, J. Shift work: Coping with the biological clock. *Occup. Med. (Chic. Ill)*. **2010**, *60*, 10-20, doi:10.1093/occmed/kqp162.
13. Haupt, S.; Eckstein, M.L.; Wolf, A.; Zimmer, R.T.; Wachsmuth, N.B.; Moser, O. Eat, train, sleep—retreat? Hormonal interactions of intermittent fasting, exercise and circadian rhythm. *Biomolecules* **2021**, *11*, 1-19, doi:10.3390/biom11040516.
14. Boege, H.L.; Bhatti, M.Z.; St-Onge, M.P. Circadian rhythms and meal timing: impact on

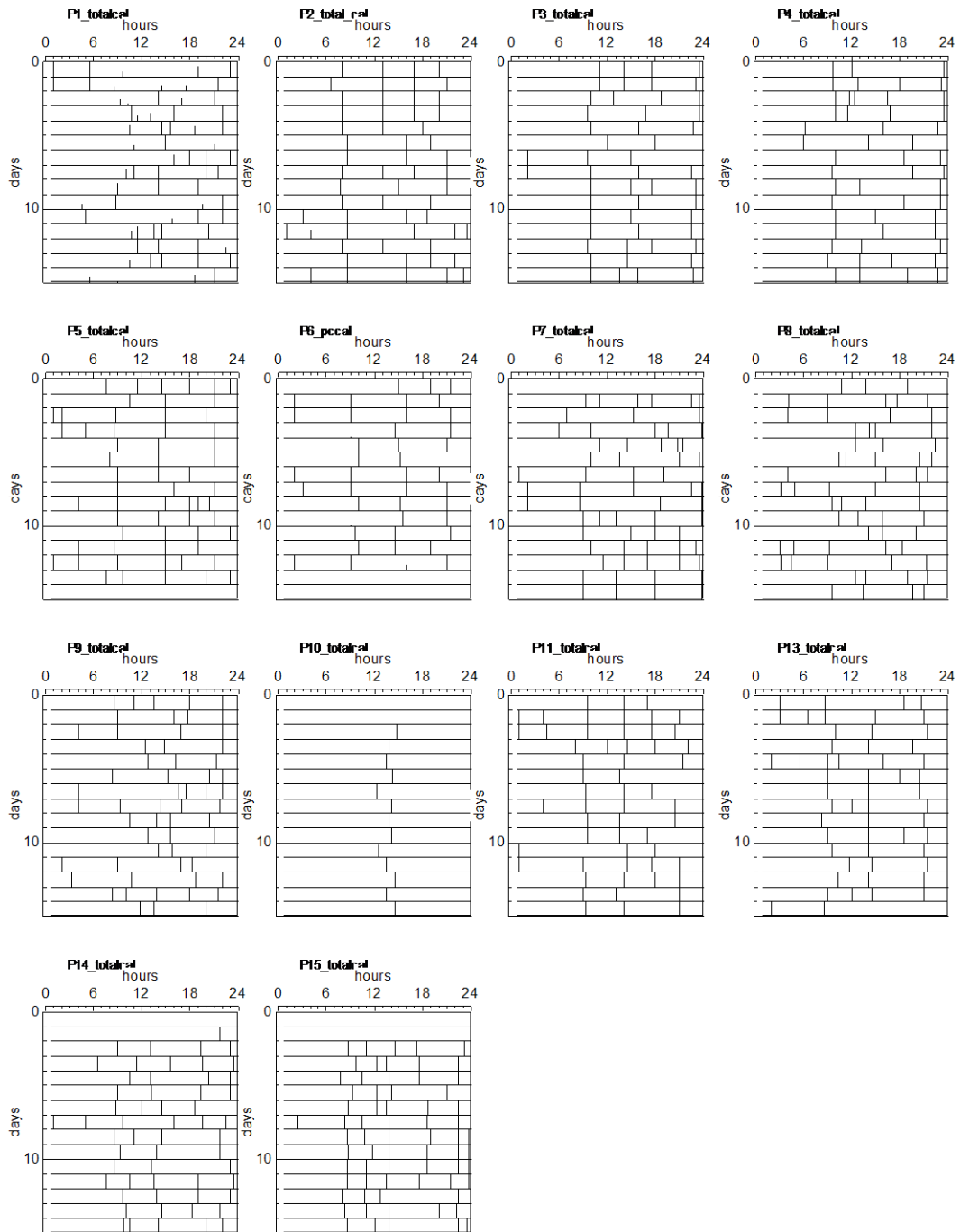
- energy balance and body weight. *Curr. Opin. Biotechnol.* **2021**, *70*, 1-6, doi:10.1016/j.copbio.2020.08.009.
15. Gupta, N.J. Lifestyle and Circadian Health: Where the Challenges Lie? *Nutr. Metab. Insights* 2019, *12*, 117863881986902.
 16. Potter, G.D.M.; Skene, D.J.; Arendt, J.; Cade, J.E.; Grant, P.J.; Hardie, L.J. Circadian rhythm and sleep disruption: Causes, metabolic consequences, and countermeasures. *Endocr. Rev.* 2016, *37*, 584-608.
 17. Chamorro, R.; Farías, R.; Peirano, P. Ritmos circadianos, patrones de alimentación y sueño: un enfoque en la obesidad. *Rev. Chil. Nutr.* **2018**, *45*, 285-292.
 18. Zerón-Ruggerio, M.F.; Trinitat, C.; Izquierdo-Pulido, M. Sleep Restriction and Circadian Misalignment: Their Implications in Obesity. En *Neurological Modulation of Sleep: Mechanisms and Function of Sleep Health*; Elsevier Inc., 2020; pp. 131-143 ISBN 9780128166581.
 19. Leonardo, S.M. Trabajo en turnos, privación de sueño y sus consecuencias clínicas y medicolegales. *Rev. Médica Clínica Las Condes* **2013**, *24*, 443-451, doi:10.1016/s0716-8640(13)70180-9.
 20. Pot, G.K. Sleep and dietary habits in the urban environment: the role of chrononutrition., doi:10.1017/S0029665117003974.
 21. Eva, A.; Ordiñana, P. ELS CICLES GEOFÍSICS DE LA TERRA Treball Final de Màster en Nutrició i Salut. **2016**.
 22. Chaix, A.; Manoogian, E.N.C.; Melkani, G.C.; Panda, S. Time-Restricted Eating to Prevent and Manage Chronic Metabolic Diseases. *Annu. Rev. Nutr.* 2019, *39*, 291-315.
 23. Gabriel, B.M.; Zierath, J.R. Circadian rhythms and exercise — re-setting the clock in metabolic disease. *Nat. Rev. Endocrinol.* 2019, *15*, 197-206.
 24. Martínez-madrid, M.J.; Moreno-casbas, M.T.; Rol, M.Á. Cronodisrupción y trabajo a turnos. *Rev. Eubacteria* **2015**.
 25. Stevens, R.G.; Hansen, J.; Costa, G.; Haus, E.; Kauppinen, T.; Aronson, K.J.; Castaño-Vinyals, G.; Davis, S.; Frings-Dresen, M.H.W.; Fritschi, L.; et al. Considerations of circadian impact for defining «shift work» in cancer studies: IARC Working Group Report. *Occup. Environ. Med.* 2011, *68*, 154-162.
 26. Martínez Madrid, M. Prevención de la cronodisrupción producida por el trabajo a turnos. *TDR (Tesis Dr. en Red)* **2017**.
 27. Gan, Y.; Yang, C.; Tong, X.; Sun, H.; Cong, Y.; Yin, X.; Li, L.; Cao, S.; Dong, X.; Gong, Y.; et al. Shift work and diabetes mellitus: a meta-analysis of observational studies., doi:10.1136/oemed-2014-102150.
 28. Zimberg, I.Z.; Fernandes Junior, S.A.; Crispim, C.A.; Tufik, S.; De Mello, M.T. Metabolic impact of shift work. *Work* **2012**, *41*, 4376-4383, doi:10.3233/WOR-2012-0733-4376.
 29. Rosendo Rucobo Gurrola, L. La nutrición como sincronizador del sistema circadiano. *Rev. electrónica Promoción la Cult. y la Educ. Super. del Bajío* **2019**, *11*, 53-62.
 30. Urbón Ladrero, E. *Trabajo a turnos en el personal sanitario de enfermería: índice de masa corporal, comportamientos y actitudes hacia la comida e ingesta alimentaria / Eva Urbón Ladrero;*

31. Shaw, E.; Dorrian, J.; Coates, A.M.; Leung, G.K.W.; Davis, R.; Rosbotham, E.; Warnock, R.; Huggins, C.E.; Bonham, M.P. Temporal pattern of eating in night shift workers. *Chronobiol. Int.* **2019**, *36*, 1613-1625, doi:10.1080/07420528.2019.1660358.
32. Fillat, L. Protocolo de actuación preventiva para riesgo debido a alteraciones del ritmo circadiano en médicos de urgencias que trabajan en turnos de 24 horas. *Med. Segur. Trab. (Madr)*. **2009**, *55*, 65-74.
33. Martín García, J.; Díaz Ramiro, E.M.; Rubio Valdehita, S.; Luceño Moreno, L. Tolerancia a los turnos de trabajo: adaptación al castellano de dos cuestionarios indicadores de hábitos de sueño y tipología circadiana. *EduPsykhé Rev. Psicol. y Psicopedag.* **2008**, *7*, 155-183.
34. Bonet-Porqueras, R.; Moliné-Pallarés, A.; Olona-Cabases, M.; Gil-Mateu, E.; Bonet-Notario, P.; Les-Morell, E.; Iza-Maiza, M.; Bonet-Porqueras, M. Turno nocturno: un factor de riesgo en la salud y calidad de vida del personal de enfermería. *Enferm. Clin.* **2009**, *19*, 76-82, doi:10.1016/j.enfcli.2008.10.010.
35. Medina, M.J. Influencia Del Trabajo Nocturno Y La Rotación De Turnos En El Individuo. *Soc. Ergon. Mex. A.C.* **2004**, 53-63.
37. Eurofound VI Encuesta Europea de Condiciones de Trabajo 2015.
38. Aguilera R, Cristóbal N, de Nieves N. Estatuto de los Trabajadores. Edición conmemorativa 25 aniversario. Colección Textos Legales. Serie Relaciones Laborales núm.78. Madrid: Ministerio del Trabajo y de Asuntos Sociales.
39. Úbeda, R.; Centro, A.M.; De, N.; De, C.; Objetivo, T. NTP 260: Trabajo a turnos: efectos médico-patológicos Travail posté: effets sur la santé Shiftwork: health effects Vigencia Actualizada por NTP Observaciones No válida ANÁLISIS Criterios legales Criterios técnicos;
40. Cuixart, S.N. NTP 310: Trabajo nocturno y trabajo a turnos: alimentación Travail de nuit et travail posté: alimentation Nighttime and shift work: nourishment Redactora;

ANNEX N°1. Figures estabilitat de son



ANNEX N^o2. Figures estabilitat ingesta calòrica



ANNEX Nº3. Figures estabilitat temperatura

