



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultat de Ciències

Memòria del Treball de Fi de Grau

Alteracions del ritme son-vigília i hàbits d'alimentació durant l'època d'exàmens, en una mostra d'estudiants de la UIB

Maria de Lluç Cañellas Ramis

Grau de Bioquímica

Any acadèmic 2012-13

DNI de l'alumne: 43212151G

Treball tutelat per Cristina Nicolau Llobera

Departament de Biologia



S'autoritza la Universitat a incloure el meu treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació

Paraules clau del treball:

Son, hàbits d'alimentació, cicle son-vigília, temperatura, activitat

Introducció

Ritmes biològics

Els éssers vius presenten ritmes biològics en funció de l'adaptació a l'entorn, i això és fonamental per a la seva supervivència ¹. La major part de les nostres funcions fisiològiques tenen uns ritmes. Aquests ritmes es poden classificar en circadiaris (tenen un període aproximat de 24h), infradiaris (tenen una periodicitat major a 28 hores, és a dir, ocorren menys d'una vegada al dia) i ultradiaris (tenen un període menor de 20 hores, és a dir, poden passar varis cops al dia). Un exemple de ritme infradiari és el cicle menstrual de les dones, el qual dura uns 28 dies, el nivell de les hormones sexuals ens indiquen en quina fase del cicle es troba la dona. Un exemple de ritme ultradiari seria la freqüència cardíaca o la freqüència respiratòria ².

Els ritmes més representatius i més freqüents són els ritmes circadiaris, ritmes que presenten la major part de les nostres variables fisiològiques. L'exemple més representatiu de ritme circadiari és el de la temperatura corporal interna, presentant un màxim (durant el dia) i un mínim (durant el vespre) durant un període de 24 hores. El ritme de temperatura està molt lligat al ritme circadiari son-vigília; així, dormim quan tenim la temperatura més baixa i estem desperts quan aquesta està augmentada. El ritme son-vigília a la vegada coincideix amb el cicle ambiental llum-obscunitat. Les espècies diürnes, com la nostra, dormen durant el període fosc i estan despertes durant la llum.

La cronobiologia és l'estudi dels ritmes circadiaris ². És important destacar la diferència entre el ritme i el cicle. El cicle es dona quan hi ha una successió d'esdeveniments que ocorren de manera repetitiva i en el mateix ordre, sense tenir en compte el temps en el qual es donen. El ritme és quan hi ha un cicle dins un interval de temps constant i, per tant, previsible.

Hi ha una sèrie de paràmetres que defineixen un ritme (*figura 1*):

El **període**, és el temps en el qual es pot completar el cicle.

El **mesor** és la mitjana de tots els valors del cicle. Es representa amb una línia recta horitzontal sobre el punt mig entre el punt més alt i el punt més baix.

L'**amplitud** és l'altura de la ona, des del punt màxim fins al *mesor*. El punt més alt del cicle és el *cenit*; i el punt més baix (mínim) del cicle és el *nadir*.

L'**acrofase** és l'hora en la qual es dona el punt màxim de la ona que representa el ritme.

Després hi ha altres paràmetres que es poden definir a partir del software utilitzat per a analitzar la ritmicitat ³:

-L'índex **de Rayleigh** mesura l'estabilitat de la fase del ritme durant els dies successius.

-La **CFI** és un índex de la robustesa de la ritmicitat circadiana, oscil·la entre 0 (absència de ritmicitat) i 1 (presència d'alta ritmicitat).

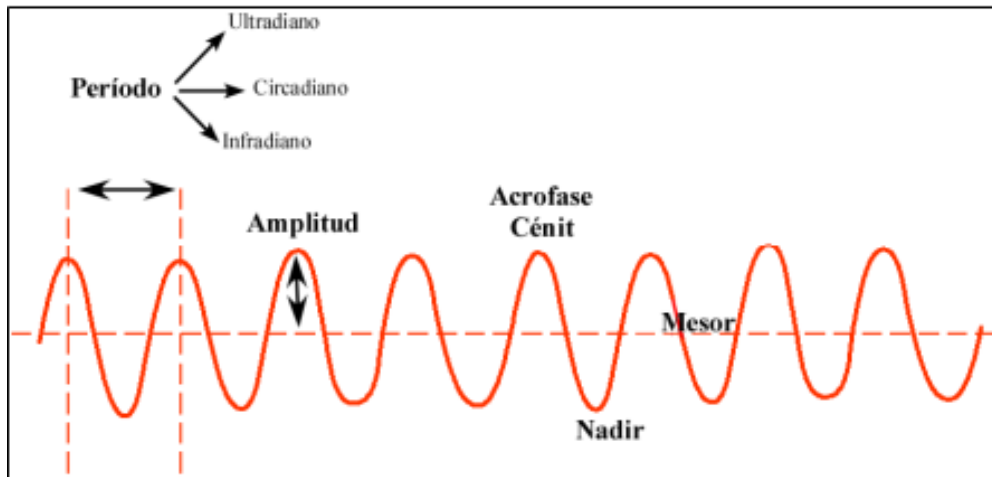


Figura 1: Paràmetres típics d'un ritme.

Ritme son-vigília

El cicle son-vigília és un ritme circadian. Està controlat internament o de forma endògena (rellotge biològic). Hi ha estímuls interns i externs que actuen sobre el ritme son-vigília i altres ritmes, actuant de sincronitzadors o zeitgebers i ajusten el rellotge intern als cicles geofísics de 24 hores, avançant o retardant les seves fases⁴. Això es degut, a que s'ha comprovat que, espontàniament, és a dir, sense l'input extern del llum o renou o temperatura, el cicle son-vigília seria d'unes 25 o 29 hores². Tot i això, el ritme son-vigília s'adapta a la duració del dia de 24 hores per influència dels sincronitzadors principals, com l'alternança de llum i obscuritat, els factors socio-ecològics o l'alimentació². Així, es necessita de constant resincronització i coordinació amb l'ambient⁵.

El ritme circadian intern està controlat pel sistema circadian. Aquest està format pel rellotge intern o Nucli Supraquiasmàtic (NSQ) que s'anomena marcapassos o "pacemaker" donat que és el lloc on es generen les senyals oscil·latòries amb un període aproximat de 24 hores. Apart del NSQ, formen part del sistema les vies d'entrada i de sortida cap i des del Nucli on estan involucrades moltes zones del Sistema Nerviós Central⁶ i, per tant, diferents hormones, com ara la serotonina, la melatonina, el neuropèptid Y, la vasopressina i el GABA (àcid gamma-aminobutíric) que donen informació al Nucli Supraquiasmàtic contribuint així a la homeòstasi del "pacemaker"⁴.

El ritme son-vigília està controlat pel sistema circadian i molt influenciat pel ritme de temperatura corporal, de manera que la vigília comença entre dues i tres hores després del màxim de temperatura interna i la son apareix entre sis i vuit hores després, just quan la temperatura comença a descendir. En la regulació del cicle son-vigília hi intervé una xarxa de connexions neuronals que indueixen activacions i inhibicions que donen com a resultat el ritme².

Melatonina

Un dels sincronitzadors principals del ritme és, com s'ha esmentat, el cicle llum-obscurit a través de les connexions del NSQ amb la glàndula pineal⁶, localitzada al cerebel, la qual secreta la melatonina. Aquesta hormona és secretada durant el període de foscor on indueix la son. De manera que la sincronització del cicle llum-obscurit, en el ritme son-vigília, és a través de la melatonina, de fet és un dels principals reguladors del ritme⁷. Està demostrat que les funcions de la melatonina són múltiples⁸; destaca el seu paper com a neutralitzador dels radicals lliures i estimulador d'enzims antioxidants, d'aquí el seu paper rellevant davant els processos degeneratius de l'envelliment⁹. Destaca també el seu paper en la millora de la susceptibilitat a l'estrès, de l'estat de benestar general i de l'humor⁸.

La senyal lluminosa es recollida per les cèl·lules ganglionars de la retina i enviades al NSQ a través del tracte retino-hipotalàmic. Quan l'estímul lumínic s'interromp, es produeix una activació neuronal immediata alliberant-se norepinefrina. Aquesta norepinefrina interacciona amb els receptors β -adrenèrgics de les cèl·lules pineals (pinealòcits) i es desencadena una cascada d'esdeveniments intracel·lulars, que resultaran amb l'alliberació de la melatonina. Hi ha un augment del potencial de membrana que activa la adenilat ciclasa, que resulta amb un increment de AMPc intracel·lular el que activarà una sèrie de proteïnes quinases així com també activarà la transcripció de gens implicats en la síntesi de la melatonina.

La melatonina és una indolamina, que, com hem dit abans, és produïda per la glàndula pineal o epífisi a partir de triptòfan (aminoàcid proteic).

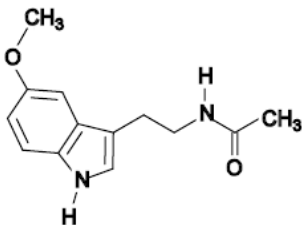


Figura 2: Estructura química de la melatonina.

La biosíntesi pineal de la melatonina fou ben descrita per Wurtman¹⁰ i Sugden¹¹. Aquesta síntesi inclou la participació d'una sèrie d'enzims i implica la utilització del triptòfan, que és convertit en 5-hidroxitriptòfan (5-HTP), gràcies a l'enzim triptòfan hidroxilasa. Una vegada convertit el triptòfan a 5-HTP, actua la 5-HTP descarboxilasa per formar 5-hidroxitriptamina (serotonina o 5-HT), que es converteix en N-acetilserotonina per l'acció de la N-acetiltransferasa. La N-acetilserotonina produïda sofreix una O-metil·lació per mitjà de la hidroxindol-O-metiltransferasa (HIOMT) per a formar la N-acetil-5-metoxitriptamina (melatonina) (Figura 2)¹².

La producció de melatonina a la glàndula pineal està controlada principalment per l'activitat de la N-metiltransferasa, que és l'enzim limitant en la producció d'aquesta hormona¹³.

La melatonina és metabolitzada al fetge a 6-hidroximelatonina per l'acció de la melatonina hidroxilasa, que posteriorment és convertida a sulfat o glucurònid per a la seva eliminació a través de la orina¹⁴.

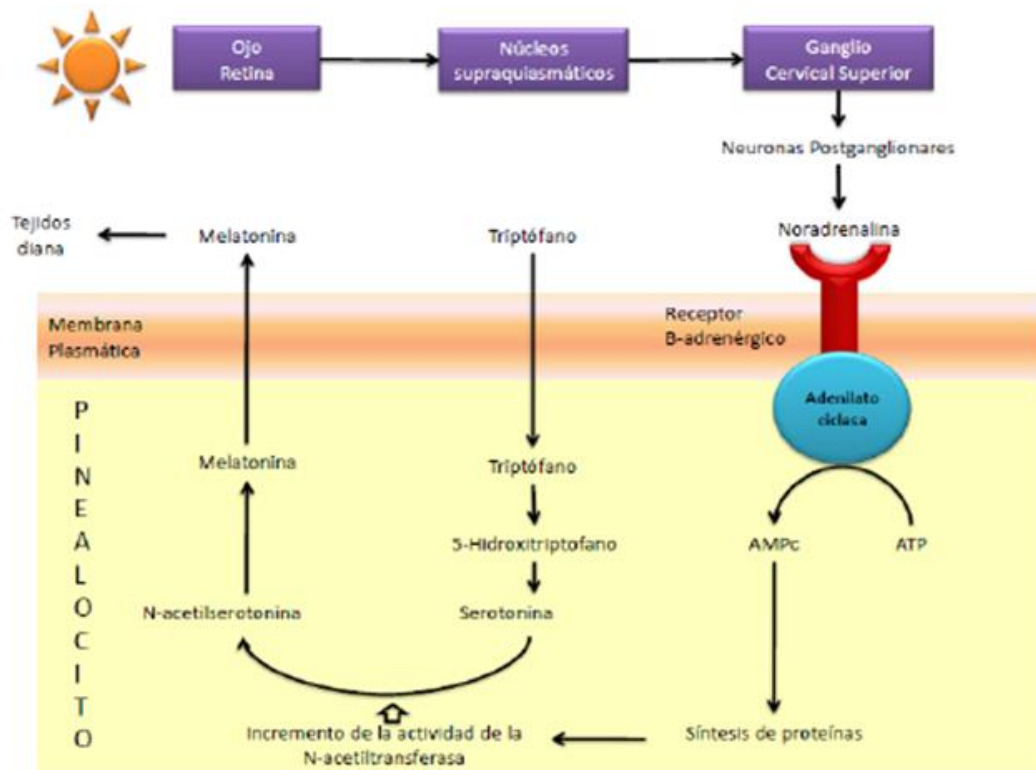


Figura 3: Es pot apreciar la via de la senyalització per a la síntesi de melatonina, a partir de l'aminoàcid triptòfan. Imatge extreta de ¹⁵.

Així també, s'ha vist que sota condicions d'estrès, els ritmes circadianis de melatonina i cortisol (hormona de l'estrès) es veuen alterats ¹⁶.

Exàmens i ritme son-vigília

Es sap que els exàmens són un element estressant en relació a la preocupació que generen ¹⁷⁻¹⁹. Aquest estrès suposa canvis fisiològics puntuals, entre ells alteracions de la son ^{19, 17, 20}. De fet, s'han documentat àmpliament els efectes del estrès sobre la duració del període de son i s'ha vist a més a més que la valoració subjectiva és molt important ²¹, així, s'ha vist que els alumnes que tendeixen a preocupar-se per les seves emocions durant l'època d'estrès, dormen pitjor i menys que aquells que no ho fan i es centren més en la feina ²². També hi ha estudis que demostren més dany oxidatiu durant els exàmens ²³. Molts estudiants, tenen una desregulació dels hàbits de son i d'estudi ¹⁷ durant aquesta època. Hi ha pocs estudis relacionant exàmens o preocupació amb alteracions del ritme, encara que es sap que les alteracions del ritme son-vigília en treballadors nocturns o a torns són degudes a l'estrès que suposa fer feina a horaris inhabituals ^{18, 19}.

Exàmens i alimentació

S'ha vist que l'època d'exàmens influeix sobre els hàbits d'alimentació ²⁴. L'alimentació és un acte voluntari que fem per obtenir energia a través dels aliments que ingerim. La ingesta d'aquests pot dependre de molts factors. Així, el nivell socio-cultural de la persona influeixen en la seva

nutrició, també ho fa la preferència conscient de certs grups d'aliments i el coneixements en nutrició. Durant l'època d'estrès, es poden donar dues situacions: o bé la persona ingereix major quantitat d'aliments, o aliments de major valor energètic ²⁵; o bé, es pot donar el contrari, és a dir, que el mateix estrès tinguí efectes anorexigènics, i d'aquesta manera, la persona ingereix menor quantitat d'aliments ^{26 27}. O també, el fet del propi estudi, rompi la rutina d'alimentació i les menjades no es facin a les mateixes hores i de la mateixa manera que en una època sense exàmens ²⁵. Al mateix temps, es pot donar el cas de que els canvis en el ritme son-vigília afectin als patrons d'alimentació ²⁸.

Donant aquests antecedents, es va proposar analitzar els canvis en el ritmes son-vigília i els canvis en els patrons d'alimentació durant l'època d'exàmens, en una mostra de 14 estudiants d'entre 21 i 23 anys, de tal volta que els alumnes eren control de si mateixos, ja que es comparava amb el mateix anàlisi en època sense exàmens (setmana control).

Materials i mètodes

Selecció de la mostra

Per a realitzar aquest treball, s'han seleccionat 14 estudiants de la Universitat de les Illes Balears, de la Facultat de Ciències, d'edats compreses entre 21 i 23 anys, que en una preselecció de la mostra varen admetre presentar alteracions de son i alimentació durant les èpoques d'exàmens, després de passar una sèrie d'enquestes (Annex 1) que analitzaven els hàbits de son i d'alimentació previs (Annex 2). L'estudi es va fer durant 3 setmanes: La primera setmana corresponia a l'època sense exàmens (setmana control); les altres dues varen ésser seguides i corresponien a l'època d'exàmens. Entre el primer període i el segon varen transcórrer 3 mesos. Tots els estudiants van firmar un consentiment informat en el qual se'ls informava de tot el procés d'estudi.

Registre del hàbits alimentaris

Pel que fa a l'alimentació, cada estudiant va dur un registre de totes les seves menjades durant la setmana control; així com també durant l'època d'exàmens. Damunt aquests registres, s'ha calculat d'una manera aproximada l'energia ingerida en quilocalories en base a les taules de composició d'aliments Novartis ²⁹. També s'han comparat els registres de la setmana control amb el període d'exàmens pel que fa al nombre de menjades i tipus de menjades, és a dir, s'han comptat el nombre de desdejunis que es feien durant els 5 dies laborables de la setmana control i d'exàmens. S'ha fet el mateix amb els berenars de mig matí, els dinars, els berenars de l'horabaixa i el sopar. D'aquesta manera, també s'han examinat les supressions o canvis de menjades. També s'ha prestat atenció a l'organització de les mateixes.

Programació dels sensors i registre de les dades del ritme son-vigília

Per a l'anàlisi del ritme son-vigília (i de ritmes circadiaris), aquests estudiants van dur durant les tres setmanes un sensor d'activitat i un de temperatura col·locats al braç dret.

Els sensors de temperatura utilitzats foren els Ibutton Termochron que registraven la temperatura cada 10 minuts. Aquest es col·locava al canell amb una canellera, la qual possibilitava el suport per a que el sensor tingués contacte amb l'artèria radial i d'aquesta manera midar la temperatura perifèrica de l'individu. La informació emmagatzemada al propi sensor fou transferida a l'ordinador i analitzada mitjançant el software iButton Viewer software v.3.22© 1992-2005 Dallas Semiconductor Maxim.

L'activitat es va midar mitjançant el sensor HOBOb® Pendant G (Massachusetts, Onset), que emmagatzemava dades cada 30 segons. Aquest sensor es col·locava al braç (el mateix que el sensor de temperatura) mitjançant un braçalet. La informació recollida va ser analitzada posteriorment mitjançant el software HOBOWare™ per a Windows®.

Els registres de temperatura més elevada es donaven el vespre, quan l'individu estava dormint, ja que el sensor mida la temperatura perifèrica. La mesura de la temperatura perifèrica constitueix una tècnica fàcil d'aplicar i no invasiva. La temperatura perifèrica té una relació inversa amb la temperatura central durant el vespre (quan la central disminueix la perifèrica augmenta). S'ha demostrat, a més a més, que la somnolència pot estar més lligada a la temperatura de la pell o perifèrica que a la temperatura central, donat que exhibeix un patró anticipatori respecte a aquesta. Això fa que la mesura de la temperatura perifèrica sigui un bon mètode per a mesurar el ritme son-vigília. Pel que fa als sensors d'activitat, ocorre el contrari, quan hi ha vigília, els valors d'activitat són majors, i són menors quan l'individu dorm.

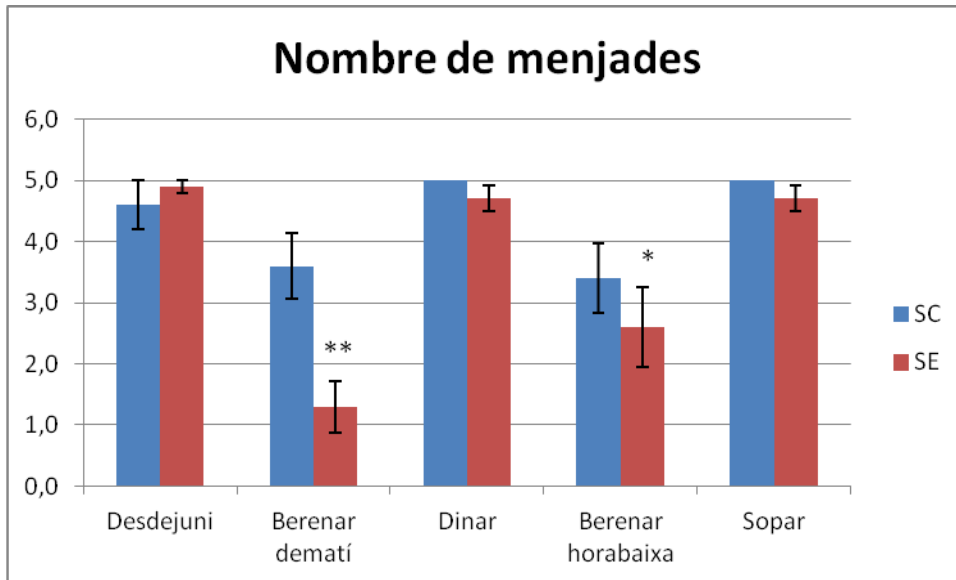
Anàlisi de dades

Per caracteritzar els ritmes de temperatura i activitat s'utilitzaren tests no paramètrics mitjançant el software Circadianware™. S'obtingueren les variables circadiàries de mesor, amplitud i acrofase tant per la temperatura com per l'activitat. A partir del software Circadianware™ també es va estimar el ritme son-vigília a partir de les variables de temperatura i activitat. La maduració del ritme s'avaluava utilitzant la constant de Rayleigh o estabilitat del ritme, que quantifica la similitud dels distints ritmes de 24 hores, i el CFI o índex d'ajust comparatiu de Bentler, que indica el grau en que l'activitat i la temperatura es relacionen. Valors propers a 1 de la constant de Rayleigh indiquen una elevada estabilitat del ritme. Per altra banda, valors de CFI pròxims a 1 indiquen una major robustesa dels ritmes d'activitat i temperatura, i valors pròxims a 0 indiquen un desajust elevat. Es varen analitzar les dades obtingudes d'aquesta manera mitjançant una anàlisi de comparació de mitjanes, t de student (SPSS) per avaluar la significança a les dues èpoques d'estudi. Tots els valors estan presentats com les mitjanes \pm E.E.M. Es va considerar estadísticament significatiu amb $P < 0,05$.

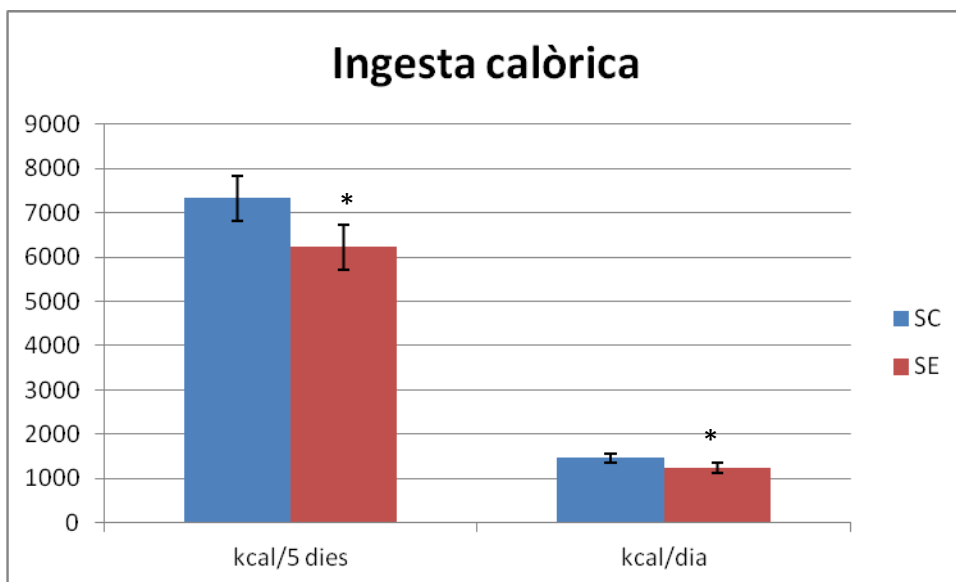
Per a analitzar els canvis en els hàbits alimentaris es va fer un anàlisi de comparació de mitjanes, t de student (SPSS), per avaluar la significança tant en el que es refereix al nombre de menjades com a la quantitat de les mateixes, a les dues èpoques d'estudi. Tots els valors estan presentats com les mitjanes \pm E.E.M. Es va considerar estadísticament significatiu amb $P < 0,05$.

Resultats

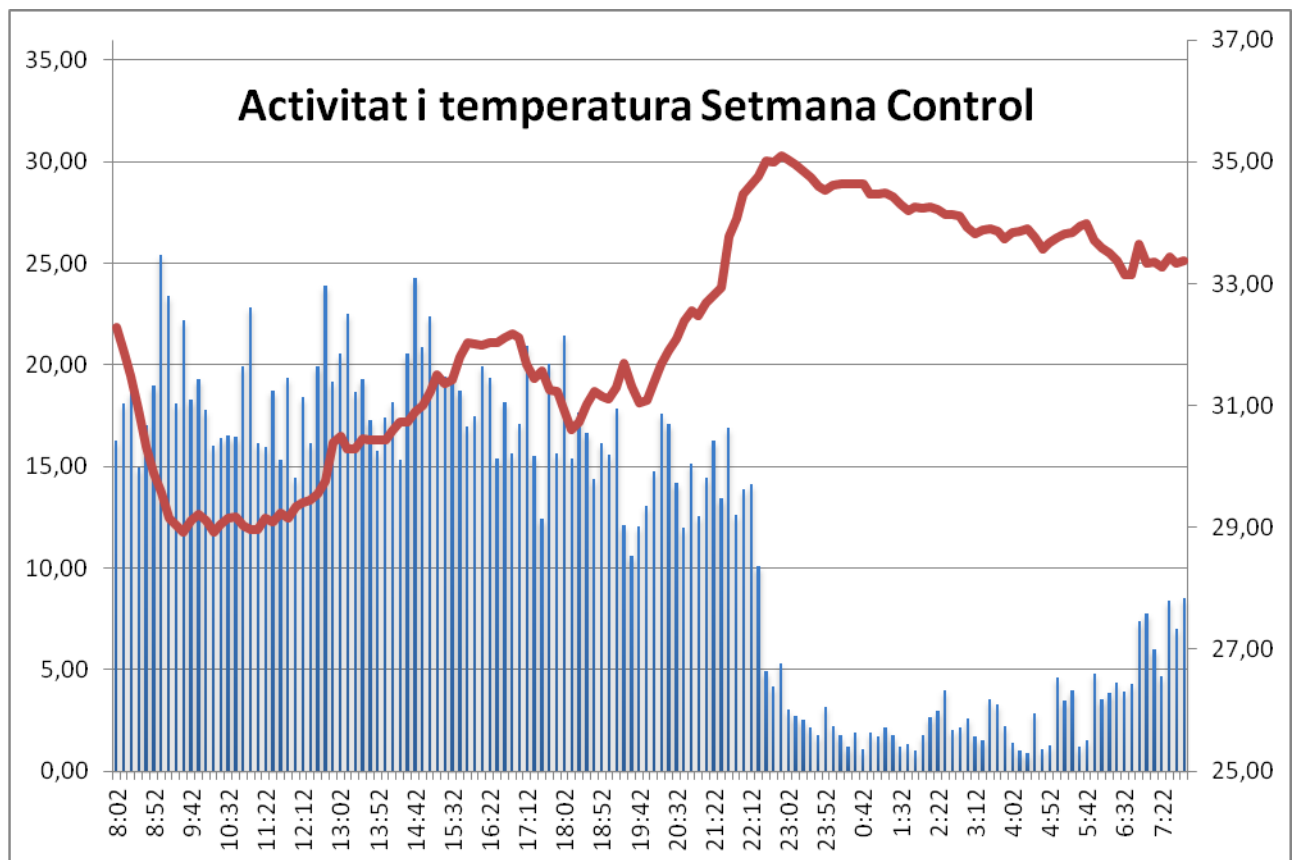
A continuació se presenten les gràfiques corresponents a les variables mesurades:



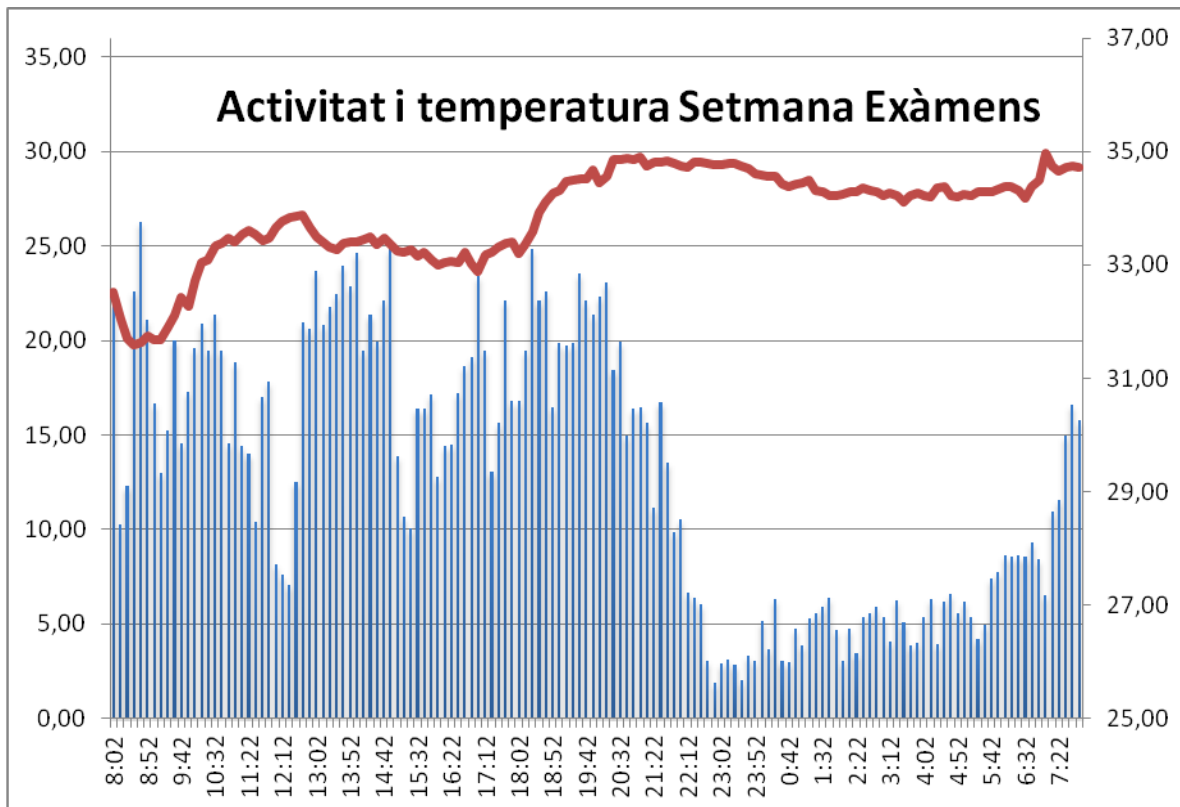
Gràfic 1: Es poden apreciar les mitjanes de cada menjada durant 5 dies laborables de la setmana control (en blau) i 5 dies laborables de la setmana d'exàmens (en vermell). ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.



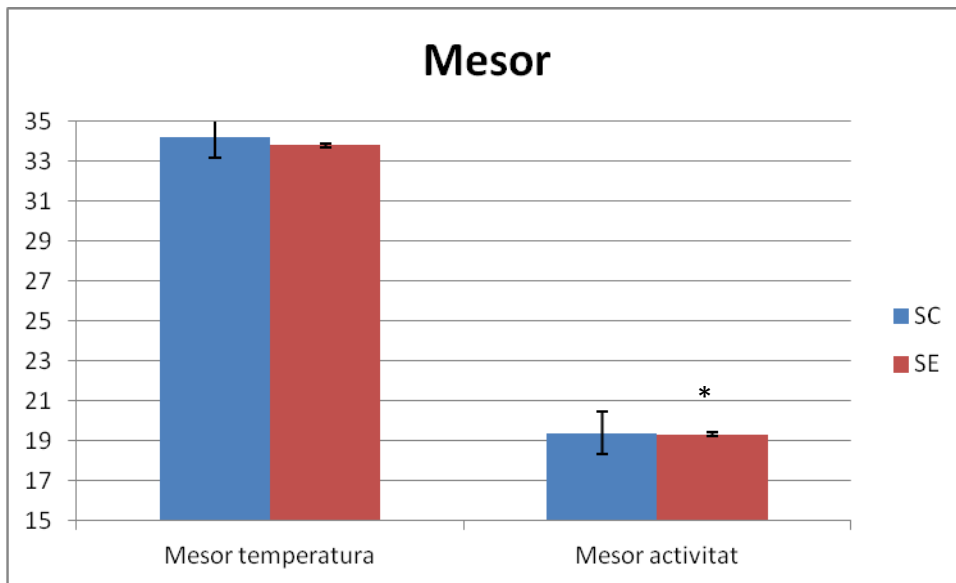
Gràfic 2: Es pot apreciar les mitjanes de la ingesta; a l'esquerra del gràfic apareix la mitjana de les quilocalories ingerides durant els 5 dies corresponent a la setmana control i a la d'exàmens. I a la dreta, la mitjana de la ingesta per dia (blau i vermell corresponent a la setmana control i a la d'exàmens, respectivament). * $p < 0.05$



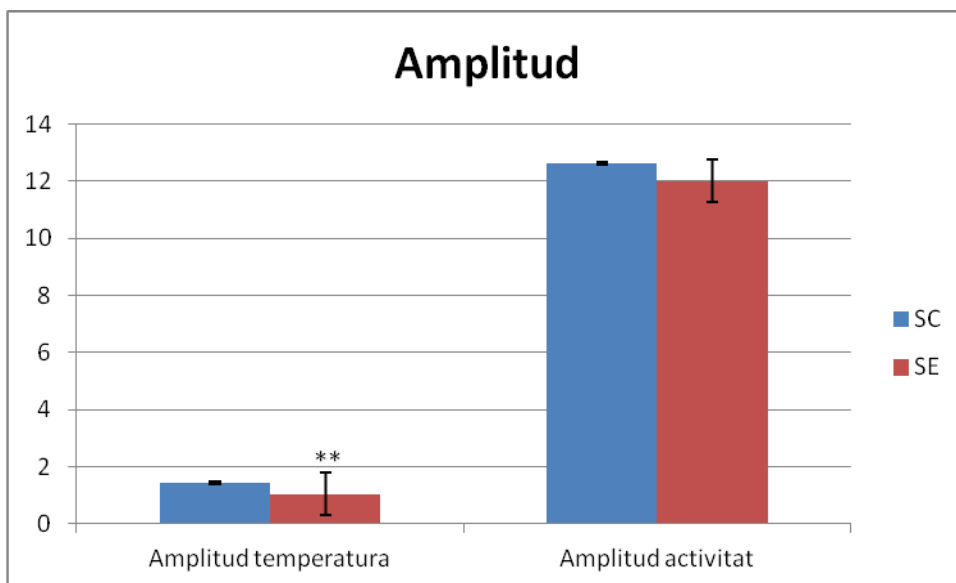
Gràfic 3a: Es representen les mitjanes de temperatura i activitat de tots els alumnes i tots els dies de la setmana control durant un període de 24 hores (ritme circadiari). Al gràfic podem apreciar les hores a la part inferior, cada 50 minuts. Considerant l'inici del dia, aproximadament sobre les 8.02h del matí, i acabant sobre les 7.22h del dia següent. D'aquesta manera, el gràfic representa un dia sencer. L'activitat està representada amb les barres blaves i la temperatura és la línia vermella. Els valors de temperatura estan representats a l'eix secundari (eix de la dreta) i són graus Celsius. Els valors de l'activitat, a l'eix principal (eix de l'esquerra) són $\text{metres}\cdot\text{s}^{-1}$. El període de menor activitat, es considera que el subjecte està dormint. Així com també coincideix amb una pujada de temperatura perifèrica (que és una baixada de temperatura interna central). Gràfic fet amb les mitjanes dels 5 dies laborables mesurats com a setmana control (N=14).



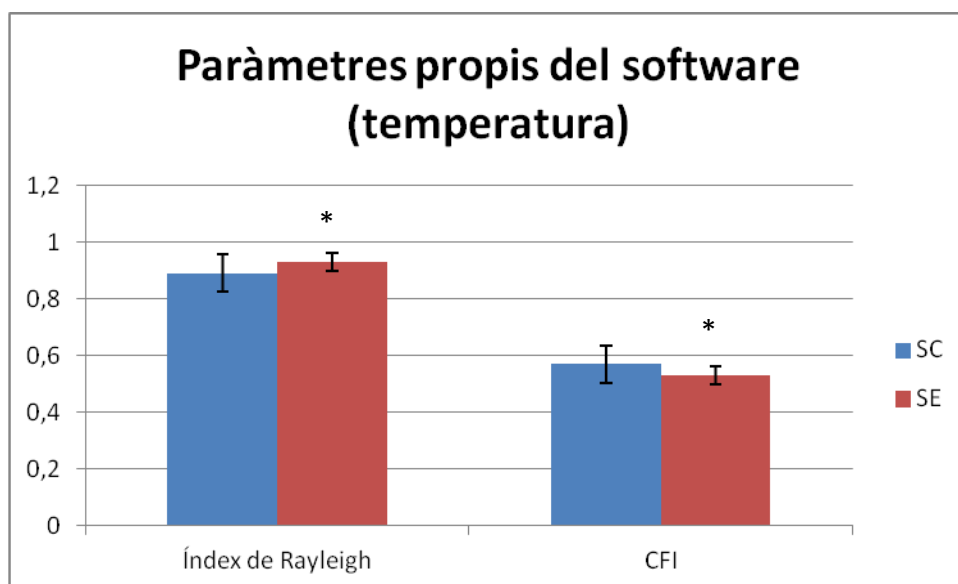
Gràfic 3b: Es representen les mitjanes de temperatura i activitat de tots els alumnes i tots els dies de les setmanes d'exàmens durant un període de 24 hores (ritme circadiari). Com al gràfic 3a, a la part inferior trobem les hores, representades cada 50 minuts. L'activitat és representada amb les barres blaves, i la temperatura amb la línia vermella. La temperatura, la qual té el seu eix a la dreta, els nombres corresponen a graus Celsius. La activitat té el seu eix a l'esquerra i els nombres són $\text{metres}\cdot\text{s}^{-1}$. Els períodes de menor activitat corresponen a les hores que els individus estan dormint; tot i això, comparat amb la setmana control, es mouen més durant la nit. També, es produeix una pujada de temperatura perifèrica, que es tradueix amb una baixada de temperatura interna, tot i això, també comparant amb la setmana control, aquesta pujada no és tan pronunciada. Aquest gràfic està fet a partir de les mitjanes de 10 dies laborables, per a cada alumne, (2 setmanes, exceptuant els caps de setmana) que duraren els exàmens ($N=14$).



Gràfic 4a: Es representen els valors del mesor del ritme de circadiari de la temperatura i l'activitat. En blau hi ha el valor de la setmana control (SC) i en vermell, les setmanes d'exàmens (SE). * $p < 0.05$. (N=14)



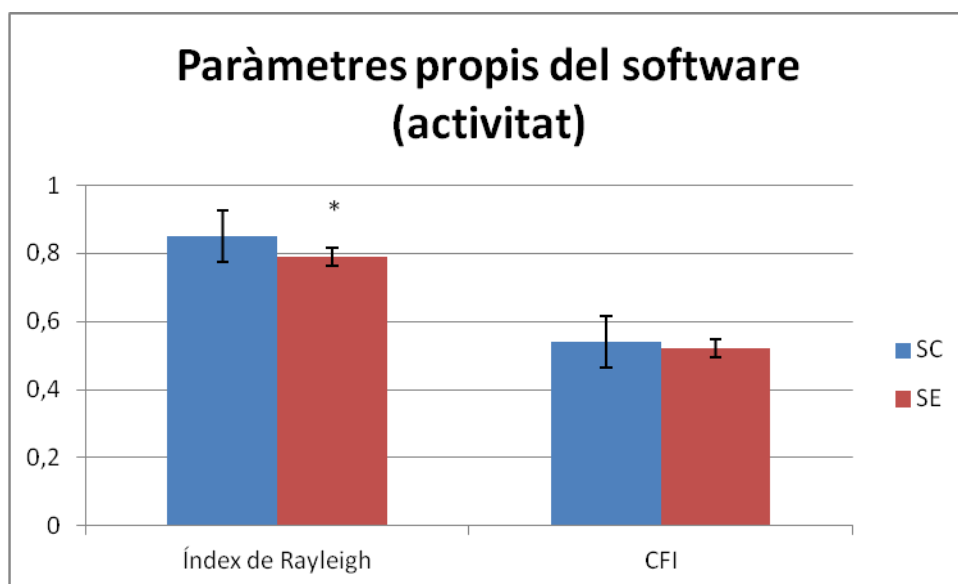
Gràfic 4b: es representa l'amplitud del ritme de temperatura (a l'esquerra) i l'amplitud del ritme d'activitat (a la dreta). Les columnes en blau corresponen a les dades de la setmana control, mentre que les que estan en color vermell corresponen a les dades del període d'exàmens.** $p < 0.01$. (N=14)



Gràfic 4c: Es representa els valors dels índex d'estabilitat i robustesa del ritme de temperatura (definit a la introducció). De nou, les columnes blaves representen els valors de la setmana control, les columnes vermelles corresponen als valors de les setmanes d'exàmens. A la part esquerra tenim els valors de l'índex de Rayleigh del ritme de temperatura. I a la dreta, tenim els valors corresponents al CFI del ritme de temperatura.* $p < 0.05$. (N=14).

Temperatura		
	Setmana Control	Setmana Exàmens
<i>Mesor</i>	34.2	33.8
<i>Amplitud</i>	1.43	1.05**
<i>Acrofase</i>	4.03h	4.49h
<i>Índex de Rayleigh</i>	0.89	0.93*
<i>CFI</i>	0.57	0.53*

Taula 1: Paràmetres del ritme circadiari mesurats: mesor, amplitud, acrofase, Índex de Rayleigh i CFI. Els valors que tenen un asterisc (*) és que tenen una $p < 0.05$; i dos (**) ens indiquen que tenen diferències significatives en comparació al valor de la setmana control ($p < 0.01$).



Gràfic 4d: Es representen els valors dels índex d'estabilitat i robustesa del ritme d'activitat (definit a la introducció). En blau hi ha representats els valors del Índex de Rayleigh i CFI de la setmana control, en vermell de les setmanes d'exàmens, valors que corresponen als de l'eix de l'esquerra (eix principal). * $p < 0.05$

Activitat		
	Setmana Control	Setmana Exàmens
Mesor	19.4	19.34*
Amplitud	12.65	12.02
Acrofase	15.06h	15.58h
Índex de Rayleigh	0.85	0.79*
CFI	0.54	0.52

Taula 2: S'hi aprecien els valors dels paràmetres del ritme circadiari de l'activitat que s'han mesurat: mesor, amplitud, acrofase, Índex de Rayleigh i CFI. * $p < 0.05$.

Discussió

En els alumnes que subjectivament notaven canvis en el seu estil de vida tant de dormir com d'alimentació, hem pogut observar alguns canvis.

Pel que fa al nombre de menjades, els resultats indiquen una significativa disminució, en ocasions quasi bé supressió de menjades, sobretot de berenars, tant de mig-matí com de l'horabaixa, com podem observar al *gràfic 1*, on es pot veure una disminució del nombre de berenars per setmana. Podria deure's a que hi ha un canvi d'hàbits; durant la setmana control, el fet d'anar a la universitat i a les classes fa que es respectin més les pautes de menjades. En l'època d'exàmens, no hi ha unes pautes tan clares i la principal preocupació és l'estudi i l'execució dels exàmens, juntament

amb l'estrès que com s'ha esmentat provoca l'època d'exàmens ¹⁷⁻¹⁹. Per tant, els nostres resultats coincideixen amb l'esperat segons la bibliografia.

A més, els resultats indiquen una marcada reducció de la ingesta calòrica. Com podem veure al *gràfic 2*. Es pot comprovar una disminució significativa de la mitjana de la ingesta calòrica de la setmana d'exàmens respecte la setmana control. Es pot explicar, novament degut a la pressió de l'estudi, la qual resulta en una disminució de la gana i conseqüentment de la ingesta. Com s'ha esmentat aquest és un dels efectes esperats segons la bibliografia ²⁶.

El nombre de desdjunis es manté constant o fins i tot augmenta a l'època d'exàmens, ja que es considera aquesta menjada com a la primera, el que no vol dir que es doni després d'aixecar-se (en la majoria de casos el desdjuní es dona en aixecar-se), i que, per això és un nombre més o menys constant a la setmana d'exàmens. A la setmana control, però, hi ha certs alumnes que compten el desdjuní com a berenar de mig matí, indicant que no mengen poc després d'aixecar-se.

També s'ha observat que, en certs casos, es dona una desorganització total de les menjades, així com també d'horaris. Per exemple, es va veure com s'arribava a suprimir el dinar i el sopar, o a sopar 3 hores més tard del que es feia a la setmana control. O fer berenars més forts per a després no sopar. També hi ha casos en que s'ajunten dues menjades, en lloc de dividir-les.

Pel que fa als resultats en relació al ritme son-vigília, als *gràfics 3a* i *3b*, es pot veure una reducció del temps de son, així com també un augment de l'activitat, durant el període d'exàmens en comparació a la època control (es pot comprovar al *gràfic 3b* que l'augment d'activitat és apreciable durant les hores que en teoria haurien d'estar els subjectes dormint). Es pot apreciar com durant la setmana control hi ha una clara diferenciació entre la vigília i la son. Mentre que a la setmana d'exàmens, la diferenciació entre el període de vigília i de son és més difusa.

Pel que fa a la temperatura (*gràfics 3a* i *3b*), es veu que a la setmana control, hi ha un clar ritme circadiari, essent més pronunciat l'augment de temperatura perifèrica quan l'individu se'n va a dormir. I aquesta va disminuint a mida que va passant el vespre presentant el valor mínim quan l'individu es desperta. Durant l'època d'exàmens, també apareix un augment de temperatura però no és tan pronunciada com a la setmana control. Així com també es pot veure com el ritme és més estable. Això es comprovà per la disminució de l'amplitud. També, a la setmana control, sobre les 16h es pot apreciar un augment de temperatura, que es deu a l'efecte termogènic dels aliments després del dinar. A la setmana d'exàmens, però, aquesta elevació no hi és, el que indica que els menjars no representen un efecte tan contundent com a la setmana control.

Totes les observacions anteriors visibles a les gràfiques es varen confirmar quan es van analitzar els paràmetres del ritme. Pel que fa a la temperatura (*Taula 1*), es veuen diferències significatives en l'amplitud, així, a la setmana control hi ha una major amplitud que a la setmana d'exàmens. Això demostra una disminució del ritme en època d'exàmens, fet molt visible al *gràfic 3b*. Aquesta pèrdua d'amplitud o aplanament del ritme reporta una disminució de la diferència d'oscil·lació entre el dia i la nit. Aquest fet es confirma pels canvis en la robustesa del ritme representat per l'índex CFI, que es veu disminuït en l'època d'exàmens. La disminució puntual de la ritmicitat pot explicar-se per la situació estressant que reporten els exàmens. Caldria esperar que l'índex de Rayleigh fos disminuït a l'època d'exàmens i en canvi augmenta respecte a la setmana

sense exàmens. Tal vegada podria explicar-se perquè encara que el ritme de temperatura s'aplani hi ha certa estabilitat que es manté dins el canvi. En tot cas aquest fet necessitaria d'estudis posteriors.

Pel que fa al ritme d'activitat, hi ha una baixada significativa del mesor (*gràfic 4a*), el que indica que, en general, a l'època d'exàmens hi ha menor activitat respecte la setmana control. Això té una explicació de que es dedica la major part del temps a l'estudi, i aquest es realitza sense una gran activitat. L'activitat durant la nit presenta un increment i una gran variabilitat lo que demostra una disminució del temps de son i fragmentació del mateix (*gràfic 3b*). Aquest fet també es pot comprovar en la disminució de l'amplitud (*gràfic 4b*). Això novament es confirma amb la disminució de l'índex CFI (*gràfic 4d*). L'Índex de Rayleigh de l'activitat és significativament menor en l'època d'exàmens en comparació a la setmana control (*gràfic 4d*), el que també ens indica una menor ritmicitat entre els dies successius.

Altres resultats interessants són els canvis en la acrofase, que, tant en el cas de la temperatura com de l'activitat, en època d'exàmens suposa un increment. Això demostra un retard de fase respecte a la setmana control, de tal volta que en època d'exàmens no tan sols disminueix i hi ha més activitat durant el vespre sinó que també hi apareix un desplaçament de l'hora de son i de l'hora del despertar, a causa, novament, de l'estímul estressant.

Per tant, podem concloure que sí que hi ha diferències en el cicle son-vigília en l'època d'exàmens respecte l'època control. Aquests canvis també hi són en els hàbits alimentaris, per l'estrès i també per la falta d'una estructura d'horaris. Aquests resultats estan d'acord en lo que s'esperava si es considera, com així sembla, que l'època d'exàmens representa un element estressant provocant una sèrie de canvis fisiològics que inclús poden repercutir en els propis resultats. Encara que, també és veritat que un cert estrès pot afavorir el mateix rendiment.

En tot cas aquest estudi ha permès comprovar com el ritme son-vigília es veu afectat. Hi ha pocs estudis que relacionin el ritme de son amb els exàmens. Si bé era d'esperar canvis en el temps de durada del son i son fragmentat davant un estímul estressant, els canvis respecte a l'amplitud i a l'acrofase són realment interessants.

Ha quedat de manifest que els exàmens suposen un element alterador del ritme son-vigília. Requeriria d'estudis posteriors que aprofundissin dins aquest aspecte, fent estudis més complets dels canvis produïts al ritme.

Bibliografia

1. RM, B.; FA, S.; F, K.; C, Y.; N, B.; VD, G.; A, K., Organization of circadian functions: interaction with the body. *Progress in brain research* **2007**, *153*, 341-60.
2. <http://www.neurowikia.es/content/bases-fisiologicas-del-sueno-y-la-vigilia>.
3. Ortiz-Tudela, E.; Martinez-Nicolas, A.; Campos, M.; Rol, M. Á.; Madrid, J. A., A New Integrated Variable Based on Thermometry, Actimetry and Body Position (TAP) to Evaluate Circadian System Status in Humans. *PLoS Computational Biology* **2010**, *6* (11).

4. Dibner, C.; Schibler, U.; Albrecht, U., The mammalian circadian timing system: organization and coordination of central and peripheral clocks. *Annu Rev Physiol* **2010**, *72*, 517-49.
 5. Silva, M. M.; Albuquerque, A. M.; Araujo, J. F., Light-dark cycle synchronization of circadian rhythm in blind primates. *J Circadian Rhythms* **2005**, *3*, 10.
 6. Macchi, M. M.; Bruce, J. N., Human pineal physiology and functional significance of melatonin. *Front Neuroendocrinol* **2004**, *25* (3-4), 177-95.
 7. Mishima, K., [Melatonin as a regulator of human sleep and circadian systems]. *Nihon Rinsho* **2012**, *70* (7), 1139-44.
 8. Boguszewska, A.; Pasternak, K., [Melatonin and its biological significance]. *Pol Merkur Lekarski* **2004**, *17* (101), 523-7.
 9. Arushanian, Ē., [Melatonin as a universal stabilizing factor of mental activity]. *Zh Vyssh Nerv Deiat Im I P Pavlova* **2011**, *61* (6), 645-59.
 10. Wurtman, R. J.; Axelrod, J., The formation, metabolism and physiologic effects of melatonin. *Adv Pharmacol* **1968**, *6* (Pt A), 141-51.
 11. Sugden, D., Melatonin biosynthesis in the mammalian pineal gland. *Experientia* **1989**, *45* (10), 922-32.
 12. Grivas, T. B.; Savvidou, O. D., Melatonin the "light of night" in human biology and adolescent idiopathic scoliosis. *Scoliosis* **2007**, *2*, 6.
 13. Klein, D. C.; Weller, J. L., Indole metabolism in the pineal gland: a circadian rhythm in N-acetyltransferase. *Science* **1970**, *169* (3950), 1093-5.
- Klein, D. C.; Weller, J., Input and output signals in a model neural system: the regulation of melatonin production in the pineal gland. *In Vitro* **1970**, *6* (3), 197-204.
- Ackermann, K.; Bux, R.; Rüb, U.; Korf, H. W.; Kauert, G.; Stehle, J. H., Characterization of human melatonin synthesis using autaptic pineal tissue. *Endocrinology* **2006**, *147* (7), 3235-42.
14. Semak, I.; Korik, E.; Antonova, M.; Wortsman, J.; Slominski, A., Metabolism of melatonin by cytochrome P450s in rat liver mitochondria and microsomes. *J Pineal Res* **2008**, *45* (4), 515-23.
 15. Cardinali, D. P., Jordá Catalá, J. J., Sánchez Barceló, E. J., Universidad de Cantabria. 1994. Introducción a la cronobiología: Fisiología de los ritmos biológicos. Universidad de Cantabria, Santander. 158 pp., Figura 1.
 16. SD, P.; S, S.; H, P.; AB, R.; C, B., Altered circadian rhythms of corticosterone, melatonin, and phagocytic activity in response to stress in rats. *Neuro Endocrinology Letters* **2007**, *28* (4), 489-95.
 17. Tafoya, S. A.; Jurado, M. M.; Yépez, N. J.; Fouilloux, M.; Lara, M. C., [Sleep difficulties and psychological symptoms in medicine students in Mexico]. *Medicina (B Aires)* **2013**, *73* (3), 247-51.
 18. Lindholm, H.; Sinisalo, J.; Ahlberg, J.; Hirvonen, A.; Hublin, C.; Partinen, M.; Savolainen, A., Attenuation of vagal recovery during sleep and reduction of cortisol/melatonin ratio in late afternoon

associate with prolonged daytime sleepiness among media workers with irregular shift work. *Am J Ind Med* **2012**, 55 (7), 643-9.

19. Staufenbiel, S. M.; Penninx, B. W.; Spijker, A. T.; Elzinga, B. M.; van Rossum, E. F., Hair cortisol, stress exposure, and mental health in humans: A systematic review. *Psychoneuroendocrinology* **2012**.

20. Thompson, R. S.; Christianson, J. P.; Maslanik, T. M.; Maier, S. F.; Greenwood, B. N.; Fleshner, M., Effects of stressor controllability on diurnal physiological rhythms. *Physiol Behav* **2013**, 112-113, 32-9.

21. Kelly, W., Worry and sleep length revisited: worry, sleep length, and sleep disturbance ascribed to worry. *The Journal of genetic psychology* **2002**, 163 (3), 296-304.

22. Associated Sleep Societies annual meeting, J., <http://www.fi.edu/learn/brain/sleep.html>.

23. Nakhaee, A.; Shahabizadeh, F.; Erfani, M., Protein and lipid oxidative damage in healthy students during and after exam stress. *Physiol Behav* **2013**, 118C, 118-121.

24. Buss, J., Associations between obesity and stress and shift work among nurses. *Workplace Health Saf* **2012**, 60 (10), 453-8; quiz 459.

25. Kim, Y.; Yang, H. Y.; Kim, A. J.; Lim, Y., Academic stress levels were positively associated with sweet food consumption among Korean high-school students. *Nutrition* **2013**, 29 (1), 213-8.

26. Bazhan, N.; Zelena, D., Food-intake regulation during stress by the hypothalamo-pituitary-adrenal axis. *Brain Res Bull* **2013**, 95, 46-53.

27. Roohafza, H.; Sarrafzadegan, N.; Sadeghi, M.; Rafieian-Kopaei, M.; Sajjadi, F.; Khosravi-Boroujeni, H., The association between stress levels and food consumption among Iranian population. *Arch Iran Med* **2013**, 16 (3), 145-8.

28. Lucassen, E. A.; Zhao, X.; Rother, K. I.; Mattingly, M. S.; Courville, A. B.; de Jonge, L.; Csako, G.; Cizza, G.; Group, S. E. S., Evening chronotype is associated with changes in eating behavior, more sleep apnea, and increased stress hormones in short sleeping obese individuals. *PLoS One* **2013**, 8 (3), e56519.

29. Jiménez A, C. P., Bacardí M. *Tabla de composición de alimentos*. Novartis Consumer Health SA. 7a Edició (2002). Novartis.

Annex 1

1. ESCALA DE CALIDAD DE SUEÑO DE GRONINGEN

Extret de Mulder-Hajonides van der Meulen WREH, Wijnberg JR, Hollander JJ, De Diana IPF, van den Hoofdakker RH. **Measurement of subjective sleep quality.** *Eur Sleep Res Soc Abstr* 1980, 5:98.

Durante las últimas dos semanas, contestar Verdadero o Falso:

	V	F
1. Generalmente duermo profundamente		
2. Siento que generalmente duermo mal por la noche		
3. Generalmente me toma más de media hora dormirme		
4. Por las noches generalmente me despierto varias veces		
5. Al despertarme en las mañana, generalmente me siento cansado		
6. Siento que por las noches no logro dormir lo suficiente		
7. Por lo general me levanto en la mitad de la noche		
8. En general me siento descansado al despertarme a la mañana		
9. Siento que durante las noches sólo duermo un par de horas		
10. Generalmente duermo bien durante la noche		
11. Generalmente no duermo en toda la noche		
12. Por lo general no tengo problemas para dormirme		
13. Por las noches me despierto y tengo problemas para dormirme otra vez		
14. Por las noches doy vueltas todo el tiempo		
15. Generalmente por las noches no logro dormir más de cinco horas		

2. TEST DE MATUTINIDAD-VESPERTINIDAD

Adan, A. y Almirall, H. (1991). *Horne and Östberg Morn- ingsness-Eveningness questionnaire: A reduced scale.* *Personality and Individual Differences*, 12 (3), 241-253.

Responda estas preguntas relacionadas a sus preferencias horarias, seleccionando el ítem que mejor lo represente:

1. Si fuera totalmente libre para planificar su día y considerando solamente su predisposición natural, ¿a qué hora se levantaría?

1. 6:00-7:30
2. 7:30-8:45
3. 8:45-10:45
4. 10:45-12:00
5. 12:00-13:45

2. Durante la primera media hora después de despertarse en la mañana, Ud. se encuentra:

1. Muy cansado
2. Moderadamente cansado
3. Moderadamente descansado
4. Muy descansado

3. ¿A qué hora de la tarde-noche se siente cansado y, consecuentemente, con necesidad de dormir?

1. 21:00-22:15
2. 22:15-23:15
3. 23:15-1:30
4. 1:30-2:45
5. 2:45-4:00

4. Teniendo en cuenta las 24 horas, ¿en qué horario del día se siente mejor?

1. 00:00-4:00
2. 04:00-8:00
3. 8:00-10:00
4. 10:00-15:00
5. 15:00-21:00
6. 21:00-24:00

5. Las personas suelen desarrollar su actividad en distintos momentos del día, las que se sienten mejor durante la mañana son de tipo Matutino y las que prefieren el atardecer son de tipo Vespertino. ¿En cuál de estos tipos considera que se encuentra usted?

1. Definitivamente tipo matutino
2. Más tipo matutino que vespertino
3. Más tipo vespertino que matutino
4. Definitivamente tipo vespertino

7. Usted hace lo siguiente en la cama antes de dormirse (contestar con una cruz)

1. Mirar la televisión
2. Leer
3. Preocuparse o estar angustiado
4. Tener discusiones
5. Escribir
6. Comer
7. Mirar el reloj
8. Nada de lo anterior

Annex 2

Registre de menjades

Codi:	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5
Esmorzar					
Berenar					
Dinar					
Berenar					
Sopar					