Змістовий модуль 1

Тема 3. Час як екологічний фактор. Добові та сезонні ритми людини

Поняття про біоритми

Біоритми – це регулярні кількісні та якісні зміни життєвих процесів, що відбуваються на всіх рівнях життя:

- молекулярному,
- клітинному,
- тканинному,
- органному,
- організмовому,
- популяційному,
- біосферному.

Види біоритмів

Розрізняють **зовнішні** та **внутрішні** біоритми.

Зовнішні біоритми пов’язані з розташуванням Землі в космічному просторі, її обертанням навколо осі та навколо Сонця.

До **внутрішніх біоритмів** відносять, наприклад, ритм дихання, серцебиття, травлення, виділення.

Періодичність біоритмів може бути різною: частки секунди, секунди, хвилини, добу, місяць, рік, певну кількість років.

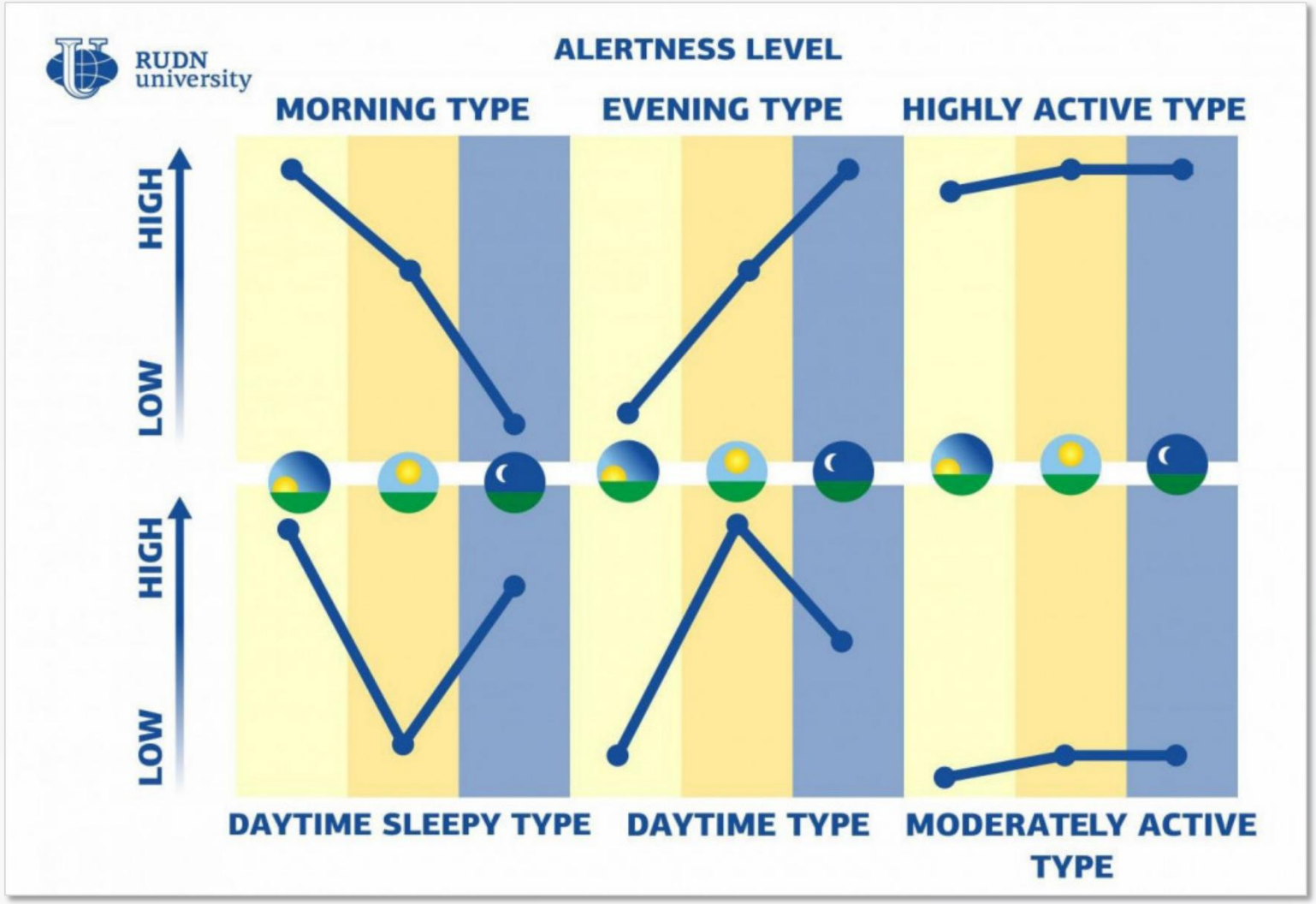
Види біоритмів:

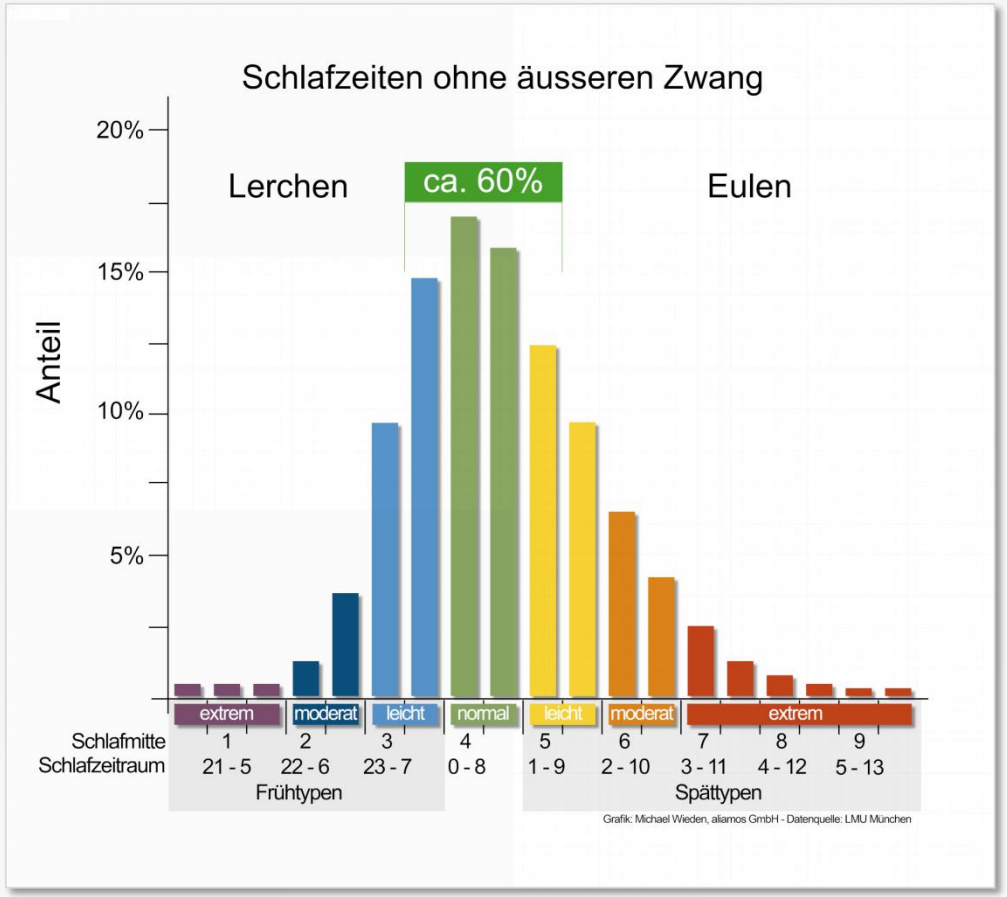
- добові;
- сезонні;
- місячні;
- річні;
- багаторічні.

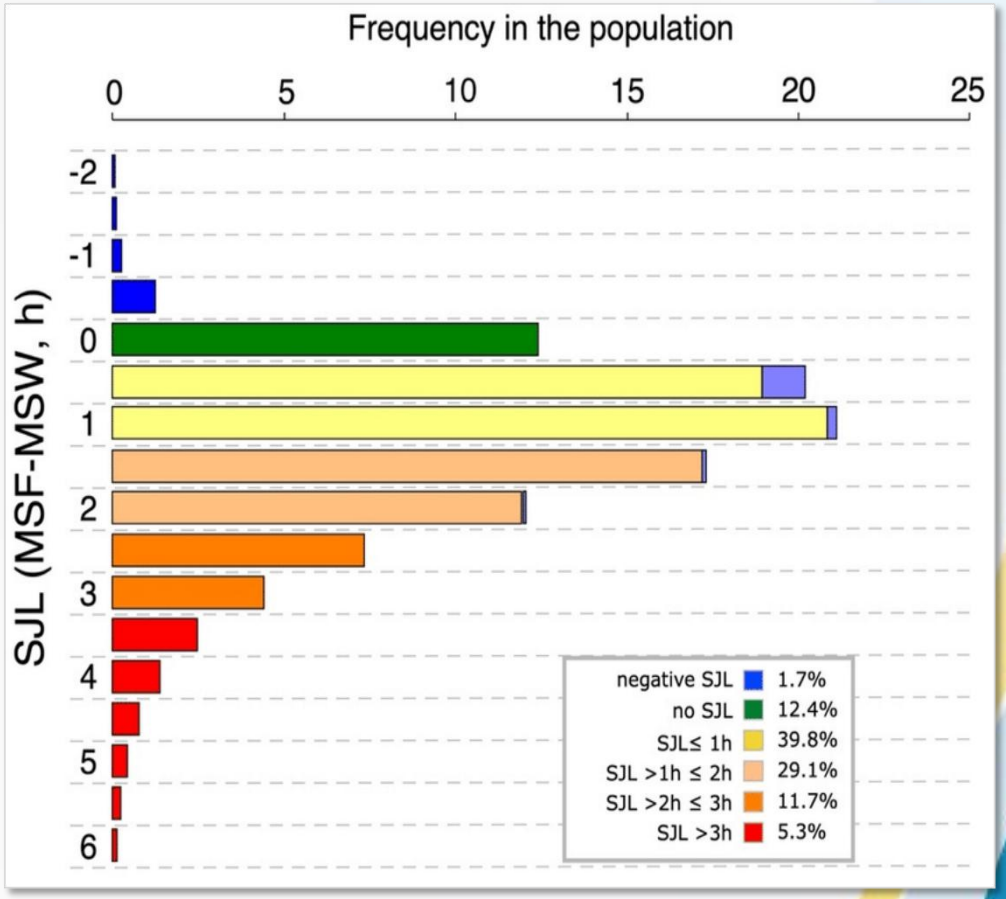
Залежно від характеру біоритмів людей виділяють такі біоритмічні типи (хронотипи):

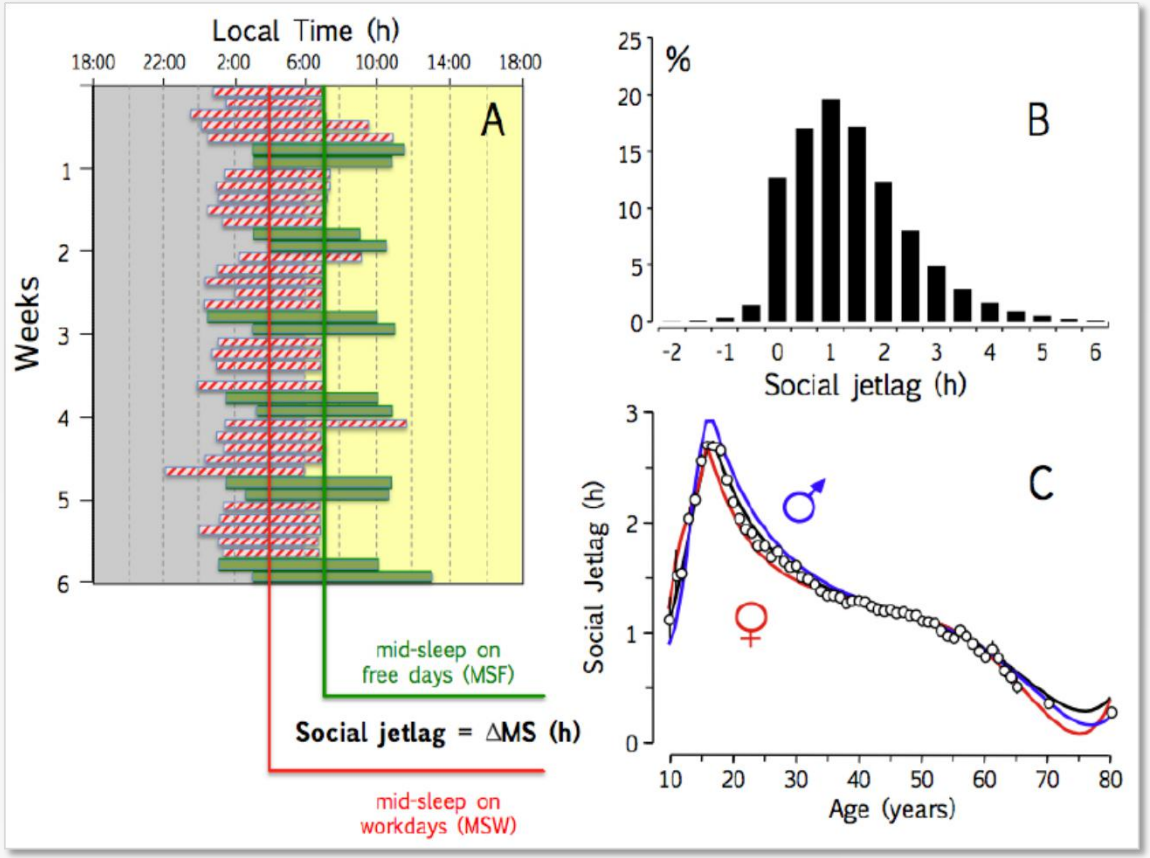
- “сови” – що пізно лягають спати, найбільш активні у другій половині дня чи ввечері і вночі;
- “жайворонки” – рано прокидаються, найактивніші вранці;
- “голуби” – однаково активні в різний час доби.

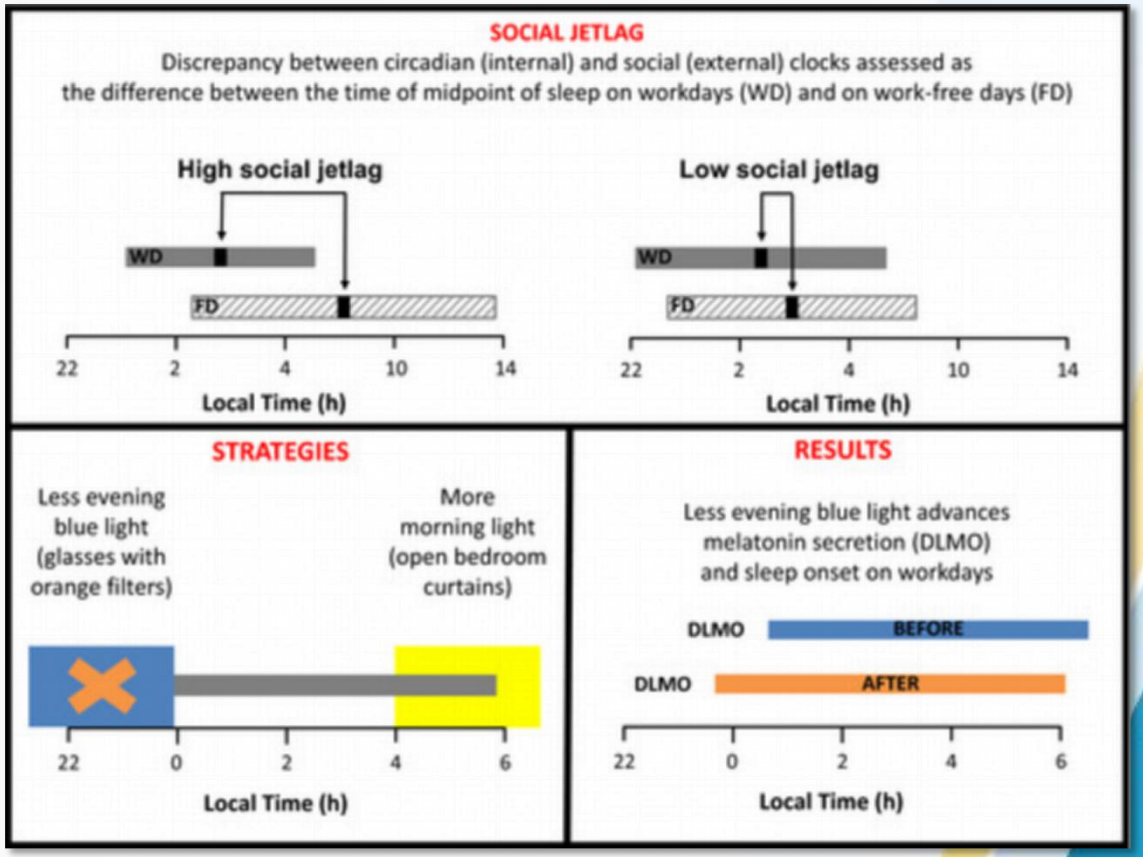
На даний час виділяють щонайменше 6 хронотипів людей




Schlafzeiten ohne äusseren Zwang
Lerchen
ca. 60%
Eulen
Anteil
20%
15%
10%
5%
extrem
moderat
leicht
normal
leicht
moderat
extrem
Schlafmitte
Schlafzeitraum
1
21 - 5
2
22 - 6
3
23 - 7
4
0 - 8
5
1 - 9
6
2 - 10
7
3 - 11
8
4 - 12
9
5 - 13
Frühtypen
Spättypen
Grafik: Michael Wieden, aliamos GmbH - Datenquelle: LMU München


Frequency in the population
0
5
10
15
20
25
SJL (MSF-MSW, h)
-2
-1
0
1
2
3
4
5
6
negative SJL 1.7%
no SJL 12.4%
SJL≤ 1h 39.8%
SJL >1h ≤ 2h 29.1%
SJL >2h ≤ 3h 11.7%
SJL >3h 5.3%


Local Time (h)
18:00 22:00 2:00 6:00 10:00 14:00 18:00
A
Weeks
1 2 3 4 5 6
mid-sleep on free days (MSF)
Social jetlag = ΔMS (h)
mid-sleep on workdays (MSW)
%
B
Social jetlag (h)
C
Social Jetlag (h)
Age (years)


SOCIAL JETLAG
Discrepancy between circadian (internal) and social (external) clocks assessed as the difference between the time of midpoint of sleep on workdays (WD) and on work-free days (FD)
High social jetlag
Low social jetlag
WD
FD
Local Time (h)
STRATEGIES
Less evening blue light (glasses with orange filters)
More morning light (open bedroom curtains)
RESULTS
Less evening blue light advances melatonin secretion (DLMO) and sleep onset on workdays
DLMO BEFORE
DLMO AFTER

Основні показники біоритмів

До основних характеристик (параметрів) біоритмів належать такі показники:

1. період – час, протягом якого коливальна система робить повний цикл змін.
2. мезор – середній рівень показників досліджуваного процесу, навколо якого відбувається коливання; він надає можливість дати інтегральну оцінку біологічного процесу за весь цикл його коливання.
3. амплітуда – величина відхилення досліджуваного показника в обидві сторони від середньої. Вона є показником благополуччя або індикатором несприятливих впливів на організм.
4. фаза – коливання положення системи в будь-який момент часу; по відношенню до середнього рівня може бути позитивною (+) і негативною (-). При вивченні різних біоритмів людини буває необхідним встановити їх синхронність (збіг) по фазі.
5. акрофаза – час максимальної функції.
6. ортофаза – час мінімальної функції.

Різні типи біоритмів характеризуються різними часовими проміжками:

- **пульсуючі ритми**: гормони людини можуть різко вироблятися кожні кілька хвилин або годин, як, наприклад, інсулін;
- **циркадні ритми**: відбуваються з регулярністю раз на добу, наприклад, гормони, які контролюють цикл сну і неспання;
- **місячні цикли**: наприклад, коливання рівня гормонів, що відповідають за менструальний цикл;
- **сезонні**: взимку рівень гормонів щитоподібної залози знижується, а мелатоніну підвищується.
- **ритми високої частоти** з періодом, що не перевищує півгодинний інтервал: ритми скорочення м’язів, дихання, біохімічних реакцій;
- **ритми середньої частоти** з періодом від півгодини до семи діб: зміна сну та бадьорості, активності та спокою;
- **ритми низької частоти**: наприклад, біоритми зміни фізичного, емоційного, інтелектуального станів, а також зміна метаболізму протягом року у зв’язку зі зміною температурного та сонячного режиму.

Під біологічними ритмами розуміють закономірні коливання інтенсивності процесів і фізіологічних реакцій, в основі яких лежать зміни метаболізмубіологічних систем, зумовлені впливом зовнішніх (зміна освітленості, температури, магнітногополя, інтенсивності космічних випромінювань, морські припливи і відливи, сезонні і сонячно-місячні впливи) і внутрішніх (нейрогуморальні процеси, що мають певний, спадково закріплений ритм) чинників. Біоритми, з одного боку, мають ендогенну природу і генетичну регуляцію, а з іншого – їх функціонування пов’язане з модифікуючими чинниками зовнішнього середовища – первинними і вторинними синхронізаторами. У тварин і рослин основним первинним синхронізатором виступає сонячне світло. У людини крім освітленості важливу роль у формуванні біологічних ритмів відіграють соціальні чинники (початок і кінець робочого дня, періоди відпочинку і сну, прийом їжі тощо).

Під впливом регулярно повторюваних впливів екзогенних ритмів у процесі еволюції в живих системах виникли структурно-функціональні елементи (**осцилятори**), що контролюють ендогенні ритми. При тривалій ізоляції біоритми можуть переходити на власну частоту, раніше індуковану ззовні, а при нав'язуванні зовнішнього ритму можуть змінювати фазу власного ритму.

Найбільш важливу групу біоритмів складають сезонні, річні ритми, зумовлені обертанням Землі навколо Сонця (сезонні зміни рослинного покриву Землі, міграція птахів, зимова сплячка ряду видів тварин та інші).

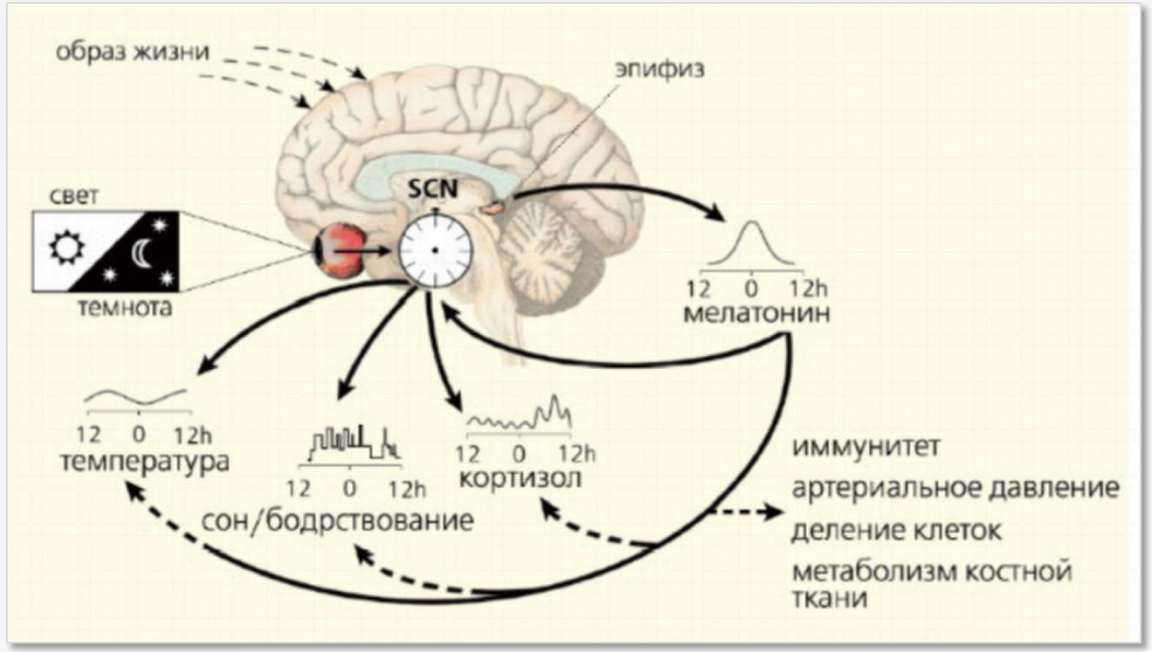
Сезонні коливання фізіологічних показників у багатьох теплокровних тварин і у людини певною мірою повторюють добові: в зимовий період відзначається зниження обміну речовин і рухової активності, у весняно-літній - активація фізіологічних процесів.

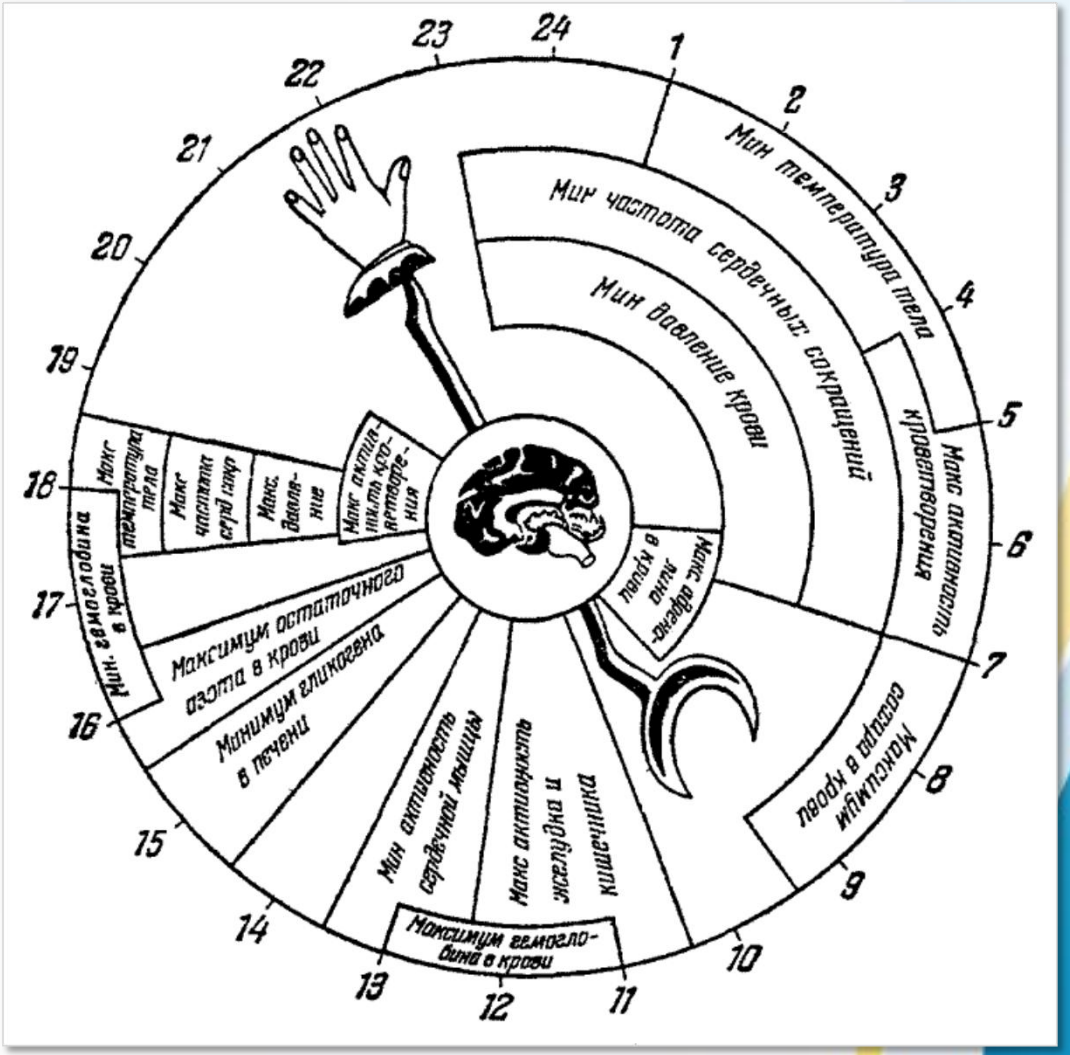
Всього до теперішнього часу у людини і тварин виявлено більше ніж 300 функцій і процесів, що мають цілодобову ритміку. Встановлено наявність циркадіанних ритмів рухової активності, температури тіла і шкіри, частоти пульсу і дихання, кров'яного тиску, діурезу тощо. До добових коливань схильні вміст різних речовин у тканинах і органах тіла, у крові, сечі, поті, слині, інтенсивність обмінних процесів, енергетичне і пластичне забезпечення клітин, тканин і органів.

По суті, в цілодобовому ритмі коливаються всі ендокринні та гематологічні показники, показники нервової, м'язової, серцево-судинної, дихальної і травної систем. Чутливість організму до різноманітних чинників зовнішнього середовища, переносимість функціональних навантажень, лікарських препаратів, хірургічних втручань також має циркадіанну ритміку.

Кожна функція має добові піки і спади. Показано, що маса тіла досягає максимальних значень о 18.00 - 19.00 год, рівень еритроцитів у крові - о 11.00 - 12.00 год, лейкоцитів - о 21.00 - 23.00 год, гормонів у плазмі крові - о 10.00 - 12.00 год, інсуліну - о 18.00 год, загального білка крові - о 17.00 - 19.00 год, фізична витривалість людини досягає максимуму о 21.00 - 24.00 год, але, в той же час, в нічні години швидше наступає кисневе голодування м'язів, що зумовлено падінням у цей час швидкості кровотоку. У людини найбільший діапазон коливань артеріального тиску реєструється в ранкові години. Даний факт пов'язують з підвищенням фізичної та розумової активності після пробудження, а найменший - з періодом сну або мінімальної активності.

Поступове підвищення артеріального тиску в ранкові години пов'язане з активуючою діяльністю нейрогуморальних систем (підвищенням в крові концентрації кортизолу, адреналіну, норадреналіну, реніну). Підвищення і зниження концентрації кортизолу у більшості людей обернено пропорційне добовому рівню мелатоніну - основного гормону шишкоподібної залози. Так, рівень кортизолу в крові починає наростати опівночі і досягає максимуму до 06.00 - 08.00 год ранку, до цього часу практично припиняється вироблення мелатоніну. Приблизно через 12 год концентрація кортизолу починає знижуватися, а ще через 2 год запускається синтез мелатоніну. У нічний час знижується активність симпатоадреналової та ренін-ангіотензинової систем, зменшується загальний периферійний судинний опір, хвилинний об'єм кровообігу.




Мин температура тела
Мин частота сердечных сокращений
Мин давление крови
Макс активность
Макс активность
Макс активность

Таким чином, практично всі процеси життєдіяльності тим чи іншим чином підпорядковані цир-кадіанній ритміці. Крім основного цілодобового періодизму наше життя пронизує півторагодинний «**діурнальний**» цикл, який визначає вдень чергування сонливості і бадьорості, виникнення голоду і спраги, а вночі - зміну повільного і парадоксального сну тощо.

Чергування станів сну і неспання спостерігається на всіх етапах еволюційної драбини: від нижчих хребетних і птахів до ссавців і людини. Безсумнівно, що подібна універсальна організація ритмічного чергування активності і спокою має глибокий фізіологічний сенс. Добре відомо, що під час сну відбуваються значні фізіологічні зміни в роботі центральної нервової системи, автономної нервової системи, в інших системах і функціях організму.

Виділяють ієрархічно побудовану мозкову систему регуляції циклу сну і неспання. Зміна фаз сну і неспання пов'язана з вегетативною, соматичною, психічною системами, лімбіко-ретикулярним комплексом. На сьогоднішній день виділяють близько десятка систем тонічної деполяризації, або активації кори мозку, які умовно називають «центрами неспання».

Останні розташовуються на всіх рівнях мозкової осі: у довгастому мозку, в ретикулярній формації моста, середньому і проміжному мозку (регулюють зміну «швидкої» і «повільної» фаз сну) і дорзальних ядрах, в задньому гіпоталамусі і базальних ядрах переднього мозку.

В якості медіаторів нейрони цих відділів мозку виділяють глутамінову кислоту, ацетилхолін, норадреналін, серотонін і гістамін. У людини порушення діяльності будь-якої з цих систем некомпенсується за рахунок інших, що несумісне зі свідомістю і призводить до коми. Наприкінці 80-х років XX століття був знайдений центр повільного сну. Показано, що нейрони, активність яких незначна при неспанні, але різко зростає в період звичайного сну і припиняється під час парадоксального, розташовані в передньому гіпоталамусі, в так званому вентролатеральному преоптичному ядрі (медіатор - гамма-аміномасляна кислота, ГАМК).

Порушення циклу "сон-неспання" залишається актуальною проблемою і до теперішнього часу. Вони охоплюють від 28 % до 45 % популяції, і для половини з цієї кількості людей вони є істотною клінічною проблемою, яка потребує спеціальної діагностики та лікування. З циклом "сон-неспання" тісно пов'язують клініку мозкового інсульту. У 75 % випадків інсульти розвиваються в денний час, а в 25 % - у період нічного сну. Порушення ритмів та розлади сну можуть призвести до психічних захворювань. Відзначено, що при різних депресивних розладах у 83 %-100 % випадків відзначають порушення нічного сну. Причинами розвитку депресії при органічних захворюваннях центральної нервової системи є патологічні зміни в мозку, пов'язані з певними нейрохімічними дефектами. Найчастішою формою органічної депресії у неврологічній клініці є паркінсонізм (депресія трапляється у 30 % - 90 % хворих на паркінсонізм).

Отже, в організмі ссавців і людини багато процесів мають перебіг із цілодобовою ритмікою. Зокрема, порушення сну прямо пов'язане з цир-кадіанними ритмами. У процесі зміни «швидкої» і «повільної» фаз сну відзначені коливання функціональних показників і тонусу автономної нервової системи, які характерні й протягом доби (зміна дня і ночі).

Світло є первинно-періодичним чинником: закономірна зміна дня і ночі, як і сезонні зміни довжини світлої частини доби, відбуваються з певною ритмічністю. Для гомойотермних (теплокровних) тварин, у тому числі й для людини, основним тригером є фотоперіод (тривалість добової і сезонної освітленості). Даний факт зумовлений найбільшою стабільністю фотоперіоду щодо інших параметрів навколишнього середовища, а також збігом з головним зовнішнім періодичним чинником - обертанням Землі навколо Сонця.

Нейрофункціональну систему, що сприймає зміну тривалості добової і сезонної освітленості, називають **фотоперіодичною системою головного мозку**. Вона є складовою частиною хроноперіодичної системи організму.

Закономірна динаміка умов освітлення відіграє важливу роль у регуляції періодичних явищ у житті представників органічного світу. Фотоперіодичні реакції виявлені в тій чи іншій формі практично у всіх видів тварин і у людини.

Фотоперіодична система організму включає в себе циркадіанний і **циркануальний** компоненти. Кожний з них здатний реагувати на зміну фотоперіоду. Протягом доби реагує циркадіанна частина, а на більш тривалу його динаміку (тривалість тижневої, місячної, сезонної освітленості) - циркануальна. Встановлено, що циркадіанні ритми задіяні в контролі циркануальних змін.

Циркадіанний ритм дуже подібний на 24-годинний формат часу у нашому організмі, він регулює певні фізичні, психічні та поведінкові зміни. При порушенні навколодобового ритму організм намагається налаштувати і повернути його в нормальний стан.

Окремі види порушень циркадіанного ритму

Зрушення циркадіанного ритму призводять до відчуття втоми протягом дня, відсутності бадьорості після пробудження, і, як це не парадоксально, до труднощів із засипанням. Виникає зміна апетиту, почуття сонливості протягом дня, головні болі, безсоння, відсутність денної бадьорості, хворобливість м'язів. Цей розлад виникає у людей, які літають на відстань у декілька часових поясів, особливо на Захід, тому що потрібно лягати спати раніше, ніж потребує ваш організм. Для людини це важко. Якщо їхати на Схід, то виникає менше проблем, тому що лягати пізніше спати, поки організм не пристосувався до нового часового поясу, легше. Відповідна ситуація спостерігається й при переведенні годинників на «літній» чи «зимовий» час.

Синдром затримки фази сну характеризується тим, що людині важко прокидатися вранці, спостерігається нездатність заснути до пізнього вечора, більша продуктивність праці наприкінці дня, нічна бадьорість. Цей розлад характерний для людей з хронотипом "сова", які не можуть спати до пізнього вечора. Прокинувшись зранку такі люди не бажають йти на роботу або на навчання, але вони мають тенденцію бути дуже продуктивними вночі. Особливо схильні до цього, зокрема, підлітки і молоді люди, цим порушенням страждають приблизно сім відсотків молоді. Вважається, що цей синдром зумовлений генетичними факторами, які впливають на ту частину мозку, яка управляє добовим ритмом. **Робота в нічний час, коли більшість людей спить, може порушити ритм та належний сон. Трапляються труднощі в підтримці соціального життя, фрагментованість сну, відсутність бадьорості під час роботи, постійне недосипання. Можна налаштуватися на роботу в нічну зміну, але це вимагає дотримуватися регулярного сну, який допоможе встановити новий добовий ритм.**

Синдром раннього сну характеризується надмірною сонливістю на початку вечора, безсонням, прокиданням удосвіта. Люди з цим синдромом засинають рано, прокидаються посеред ночі. Це змушує людину жити за іншим розкладом, ніж більшість інших людей. Надмірна сонливість на початку вечора, неспання вночі й удосвіта може перешкоджати в соціальному житті, та створювати несприятливі умови для інших членів їхніх родини. На цей синдром, перш за все, страждають люди похилого віку.

Розлади 24-годиного ритму характеризуються нездатністю підтримувати постійний графік сну, надмірною сонливістю вдень, безсонням. Режим циклу сну/пробудження супроводжується переривчастим безсонням, раннім пробудженням і пізнім засипанням. Виникає надмірна втома. Трапляється частіше у людей, які втратили зір, тому що вони не можуть сприймати світ. Світло допомагає мозку регулювати добовий ритм. Цей розлад діагностується не часто, але може бути непереборним.