

# Vrijeme unosa hrane na razini dana, tjedna i godišnjeg doba kao potencijalna nova odrednica pravilne prehrane

---

Ivanković, Jakov

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:204075>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-06**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Preddiplomski studij Nutricionizam**

**Jakov Ivanković**  
0058212577

**VRIJEME UNOSA HRANE NA RAZINI DANA,  
TJEDNA I GODIŠNJEG DOBA KAO POTENCIJALNA  
NOVA ODREDNICA PRAVILNE PREHRANE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Znanost o prehrani 1

**Mentor:** prof. dr. sc. Zvonimir Šatalić

**Zagreb, 2022.**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za znanost o prehrani

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Nutricionizam

**Vrijeme unosa hrane na razini dana, tjedna i godišnjeg doba kao potencijalna nova odrednica  
pravilne prehrane**

**Jakov Ivanković, 0058212577**

**Sažetak:** U znanstvenim istraživanjima i javnosti raste interes za značaj vremena unosa hrane u pravilnoj prehrani. Ovaj rad donosi pregled istraživanja o vremenu konzumacije hrane na razini dana, tjedna i godine. Istaknuta je povezanost bioloških ritmova i vremena unosa hrane te je sagledana problematika svih faktora koji utječu na vrijeme unosa hrane u periodu dana, tjedna, odnosno godine. Rezultati ukazuju na intermitentni post i vremenski ograničeno hranjenje kao održive alternative klasičnoj energetskej restrikciji te potiču raniju konzumaciju hrane u danu zbog bolje sinkronizacije s cirkadijanim ritmom. Vidljive su razlike u kvaliteti i kvantiteti unesene hrane između radnih dana i dana vikenda te da konzumacija hrane izvan sezone pokazuje negativne metaboličke posljedice. Zašto pojedinac unosi određenu hranu u određeno vrijeme izrazito je kompleksan problem kojem treba pristupiti individualno pri kreiranju prehrambenih smjernica za vrijeme unosa hrane.

**Ključne riječi:** vrijeme unosa hrane, intermitentni post, cirkadijani ritam, kronotipovi, teorija ksenohormeze

**Rad sadrži:** 24 stranica, 3 slika, 0 tablica, 50 literaturnih navoda, 0 priloga

**Jezik izvornika:** hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** prof. dr. sc. Zvonimir Šatalić

**Komentor:./**

**Pomoć pri izradi: /**

**Datum obrane:** 29. rujan 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
University undergraduate study Nutrition

Department of Food Quality control  
Laboratory for nutrition science

Scientific area: Biotechnical Sciences  
Scientific field: Nutrition

**Importance of food intake timing: day, week and year as a timeframe**

**Jakov Ivanković, 0058212577**

**Abstract:** Recently, there has been a growing interest about the importance of timing of food intake in the diet. This paper provides an overview of the timing of food consumption in a day, week and year. The connection between the biological rhythms of the time of food intake is highlighted and all factors that influence timing of food intake during the day, week and year. The results indicate intermittent fasting and time-restricted feeding as viable alternatives to classic energy restriction, and also advise earlier food consumption in a day due to better synchronization with the circadian rhythm. There are visible differences in the quality and quantity of food consumed between weekdays and weekends, and also that consumption of food out of season has negative metabolic consequences. Why an individual eats a certain food at a certain time is an extremely complex problem that needs to be approached individually when creating nutritional guidelines for the time of food intake.

**Keywords:** timing of food intake, intermittent fasting, circadian rhythm, chronotypes, xenohormesis theory

**Thesis contains:** 24 pages, 3 figures, 0 tables, 50 references, 0 supplements

**Original in:** Croatian

Thesis is deposited in printed and electronic form in the Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** Zvonimir Šatalić, PhD

**Co-mentor:** /

**Technical support and assistance:** /

**Thesis defended:** September 29<sup>th</sup>, 2022

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. CIRKADIJALNI I CIRKANUALNI RITAM.....	2
2.2. FAKTORI KOJI UTJEČU NA VRIJEME UNOSA HRANE.....	4
2.3. KRONOPREHRANA.....	7
2.4. VRIJEME UNOSA HRANE NA RAZINI DANA.....	8
2.5. VRIJEME UNOSA HRANE NA RAZINI TJEDANA.....	12
2.6. VRIJEME UNOSA HRANE NA RAZINI GODINE.....	13
2.7. RIZIČNE POPULACIJSKE SKUPINE - NOĆNI RADNICI.....	15
3. ZAKLJUČCI.....	17
4. POPIS LITERATURE.....	18

## 1. UVOD

Vrijeme konzumacije hrane predstavlja novo području istraživanja u sklopu znanosti o prehrani. Nasuprot tome opseg znanja o kvaliteti i kvantiteti hrane u sklopu pravilne prehrane relativno je velik. To je vidljivo iz gotovo svih prehrambenih preporuka u kojima se smjernice uglavnom fokusiraju na što i koliko jesti, a manje na samo vrijeme unosa hrane (D'Annibale i sur., 2021).

„Doručuj kao kralj, ručaj kao princ, a večeraj kao siromah.“

U novije doba ovakvi i drugi slični citati iz prošlosti, koji se referiraju na vrijeme konzumacije hrane, u području nutricionizma generiraju sve više pažnje. Prvenstveno je interes šire javnosti, ali i znanosti fokusiran na novi trend intermitentnog posta te potencijalnu primjenu ograničavanja vremena konzumacije hrane s ciljem gubitka tjelesne mase (Klempel i sur., 2010). Istraživanja isto tako ističu povezanost cirkadijanog ritma s vremenom unosa hrane, važnost zajutraka u pravilnoj prehrani te povezanost kronotipa s vremenom konzumacije hrane.

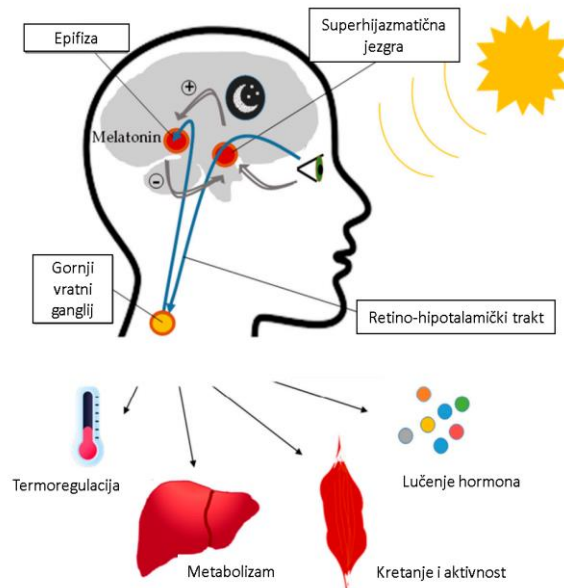
Cilj ovog rada je iznijeti pregled nove literature koja stavlja u perspektivu važnost vremena konzumacije hrane u pravilnoj prehrani te skrenuti pozornost na uključivanje prehrambenih smjernica koje jasnije definiraju kada je optimalno unositi hranu. S time na umu u radu su sagledani vremenski okviri dana, tjedna i godine te kako varijacija u vremenu konzumacije hrane u tim periodima utječe na parametre općeg zdravlja pojedinca. Također, sagledani su i faktori koji utječu na to zašto osoba konzumira određenu hranu u baš to vrijeme. Naglašene su i rizične populacijske skupine na koje posebno treba obratiti pozornost te koje su najizloženije negativnim utjecajima neravnoteže unutarnjih bioloških ritmova i unosa hrane.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. CIRKADIJANI I CIRKANUALNI RITAM

Kako bi se u potpunosti shvatila uloga vremena konzumacije hrane u prehrani potrebno je imati uvid u mehanizam i funkciju biološki ritmova ljudskog organizma. Biološki ritmovi su prisutni u svim organizmima, a u kontekstu ovog rada primarno su od interesa cirkadijani (dnevni) i cirkanualni (godišnji) ritam koji su usko vezani uz metabolizam i prehranu.

Cirkadijani ritam osigurava da svi procesi u tijelu dosežu svoju maksimalnu i minimalnu funkcionalnost tijekom dana. On upravlja dnevnim biološkim procesima koji uključuju: izlučivanje hormona, termoregulacija, regulacija metabolizma, regulacija razine kretanja i tjelesne aktivnosti te dovodi fiziologiju organizma u skladu s informacijama koje prikuplja iz okoliša. Centralni i periferni satovi zajedno čine okosnicu mehanizma cirkadijanog ritma ljudskog organizma. Centralni sat je središnja točka cijelog mehanizma regulacije bioloških ritmova. On se nalazi u suprahijazmatičnoj jezgri hipotalamusa (SJH) te je sam primarno reguliran preko izloženosti sunčevoj svjetlosti. Svjetlost aktivira SJH-a koja zatim djeluje na gornje vratne ganglije kako bi oni na kraju aktivirali različite metaboličke puteve u tijelu. Dok u periodu kada nema svjetlosti, epifiza sintetizira melatonin koji inhibira akcije SJH-a. Dodatno, tijelo posjeduje i lokalne satove, odnosno periferne satove koji se nalaze u gotovo svim organima i tkivima u tijelu. SJH prima i šalje signale perifernim tkivima putem hormona i tako regulira rad njihovih perifernih satova te tako osigurava da je rad cijelog organizma ujednačen. Osim SHJ-a na periferne satove još utječu i vanjski faktori poput unosa hrane te tjelesne aktivnosti (Arola-Arnal i sur., 2019). Na slici 1. moguće je vidjeti prikaz ovog mehanizma.



**Slika 1.** Utjecaj sunčeve svjetlosti na biološki ritam te prikaz bioloških procesa koje regulira (Arola-Arnal i sur., 2019).

Budući da je izloženost sunčevoj svjetlosti jedan od glavnih faktora koji utječu na regulaciju rada centralnog sata, odnosno cirkadijanog ritma, higijena spavanja predstavlja veliku brigu kada je u pitanju opće zdravlje pojedinca. Spavanje je esencijalna ljudska potreba koja igra ulogu u regulaciji: metabolizma, apetita, rada imuno sustava i sekreciji hormona (Vincent i sur., 2017). Poremećen ciklus spavanja dovodi do poremećene endokrine funkcije, inzulinske rezistencije i intolerancije na glukozu te povećava rizik od kroničnih bolesti kao što su bolesti kardiovaskularnog sustava i dijabetes tipa 2 (Johnston, 2014). Manjak sna za posljedicu ima povećan unos energije u danu koji nije popraćen većom tjelesnom aktivnošću što dovodi do stvaranja relativno velikog kalorijskog suficita od 385 kcal/dan (Al Khatib i sur., 2017). Ovo jasno ukazuje na povezanost sna i prehrane te se opet naglašava holistički pristup prilikom analize općeg zdravlja pojedinca.

Za razliku od cirkadijanog ritma, cirkannualni ritam obuhvaća sezonske, odnosno godišnje promjene u biološkom ritmu. Tu ključnu ulogu ponovno igra sunčeva svjetlost. On je ta koja modulira specifična sezonska ponašanja kao što su reprodukcija, migracija, hibernacija, klijanje i cvjetanje kod biljaka (Arola-Arnal i sur., 2019). Novija istraživanja na životinjskim modelima sve jasnije pokazuju i otkrivaju mehanizme kako kemijski sastav pojedinih nutrijenata daje informacije heterotrofima o stanju u okolišu (Baur i Sinclair, 2008). Budući



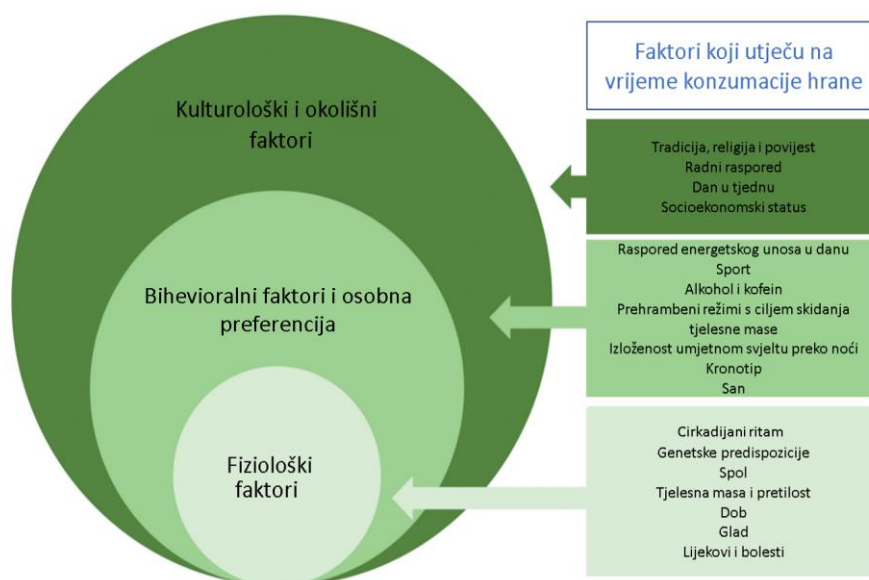
da su namirnice biljnog podrijetla osnovni dio prehrane skoro svih ljudi, ova pojava će biti izrazito bitna kada se govori o sezonskoj konzumaciji hrane. O čemu će kasnije u radu biti više riječi.

Ponašanja prisutna u prirodi koja su uvjetovana sezonskim promjenama te periodima posta, odnosno nestašice hrane, i dio su cirkularnog ritma organizama uključuju: hibernaciju, migraciju te aestivaciju. Hibernacija označava sezonsko stanje mirovanja u kojem se organizam suočava s teškim uvjetima okoline kao što su niske temperaturama ili nedostatkom hrane. Aestivacija je sezonsko stanje mirovanja obilježeno teškim uvjetima okoliša poput visokih temperatura i nedostatka vode. Migracija je pojava promjene geografskog položaja kako bi se osigurala dostupnost hrane (Visioli i sur., 2022).

## **2.2. FAKTORI KOJI UTJEČU NA VRIJEME UNOSA HRANE**

Kako bismo mogli što bolje sinkronizirati unos hrane s našim biološkim ritmovima i stvorili kvalitetne smjernice koje se referiraju na vrijeme unosa hrane potrebno se upoznati sa svi faktorima koji potencijalno utječu na to kada će pojedina osoba konzumirati hranu. Ovo se predstavlja kao vrlo zahtjevan zadatak zbog varijabilnosti u vremenu unosa hrane, ne samo između različitih populacija, već i unutar istih populacijskih skupina te čak i zbog intravarijabilnosti unutar prehranbenog obrasca samo jednog pojedinca na dnevnoj bazi (Gill i Panda, 2015).

Prema Dashti i sur. (2019) faktori koji utječu na vrijeme konzumacije hrane se generalno mogu kategorizirati u 3 glavne skupine: kulturološki i okolišni faktori, bihevioralni faktori i osobna preferencija te fiziološki faktori (Slika 2.).



Slika 2. Prikaz svih faktora koji utječu na vrijeme konzumacije hrane (Dashti i sur., 2019)

Vidljivo da je ovdje riječ o izrazito složenoj problematici podijeljenoj u nekoliko slojeva. Pri čemu je bitno obratiti pozornost na veličinu utjecaja koju pojedine skupine imaju na pojedinca. Najveći krug utjecaja na vrijeme unosa hrane imaju kulturološki i okolišni faktori, bihevioralni faktori i osobna preferencija nešto manji, dok fiziološki faktori igraju manju ulogu u velikoj priči vremena konzumacije hrane.

Kulturološki i okolišni faktori uključuju nekoliko manjih podskupina. Tradicija, religija i povijest su zasigurno igrale veliku ulogu u određivanju vremena kada će ljudi jesti. To vrlo dobro ilustriraju tradicionalni veliki religijski običaji. Izvrstan primjer možemo pronaći u Islamu. Ramazan je period u kojem je muslimanima ograničena konzumacije hrane i pića samo na period između zalaska Sunca i zore, dok je u ostalim satima zabranjena (Shariatpanahi i sur., 2008). Sličnu pojavu nalazimo i kod Judaizma. Židovi se za vrijeme Yom-Kippura suzdržavaju od oralnog unosa hrane 25 sati (Becker i sur., 2015.). Koncept posta u religiji simbolizira jačanje duha, odnosno žrtvu i svojevrsnu posvećenost božanstvu koja se iskazuje suzdržavanjem od tjelesnih užitaka. Ne smije se ni zaboraviti kako se raspored obroka mijenjao tokom povijesti. Izum umjetnog svjetla je ovdje igrao veliku ulogu. Naime s tim otkrićem su se sve ljudske aktivnosti, pa tako i hranjenje, pomaknule kasnije u danu. Ručak je kasnije uveden kao kompenzacija za produljena razdoblja posta između doručka i večere (Dashti i sur.,

2019). Zbog vremenskog ograničenja uzrokovanog poslom, tijekom industrijske revolucije, kasnije vrijeme večere također je bilo potrebno među muškarcima iz srednje i niže klase. Na tom je primjeru vidljiv utjecaj faktora rasporeda rada i socioekonomskog statusa na vrijeme konzumacije hrane. Varijacija vremena unosa hrane na temelju dana u tjednu bit će detaljnije razrađena kasnije u radu.

U bihevioralne faktore i osobnu preferenciju ubrajaju se: distribucija energije u danu, bavljenje sportom, konzumacija kofeina, alkohola, prehrambeni režimi s ciljem smanjenje tjelesne mase, izloženost umjetnom svjetlu tijekom noći, kronotipovi te san. Poznato je kako sastav i vrijeme unosa obroka utječe na kasniju konzumaciju u tom danu. Levitsky i sur. (2013) su pokazali da ljudi koji preskaču doručak pokazuju tendenciju ranije konzumacije ostalih obroka kasnije u danu. U svijetu sporta i rekreacije se vrlo često pridaje pažnja unosu ugljikohidrata i proteina u periodu oko same tjelesne aktivnosti s ciljem poboljšanja performansa i ubravanja oporavka te se čini se da kofein smanjuje energetske unos zajutraka ako je konzumirano 1mg/kg tjelesne mase kofeina prije samog obroka što je nadoknađeno kasnije u danu (Dashti i sur., 2019). Alkohol pokazuje suprotan efekt tako što stimulira apetit i tako utječe na druge obroke u danu (Caton i sur., 2004). Voljno provođenje režima prehrane koje ograničava vrijeme unosa hrane, poput intermitentnog posta, također direktno utječe na to kada u danu se konzumiraju određeni obroci. Kasniji kronotipovi pokazuju karakteristiku pomicanja svih aktivnosti kasnije u danu pa tako ni vrijeme konzumacije hrane nije iznimka. Kraće spavanje dovodi do duljeg vremena u budnom stanju što potencijalno može olakšati kasnije vrijeme jela i daje više prilika za konzumaciju obroka. Dok je dulje trajanje sna povezano s ranijim posljednjim obrocima u danu (Reid i sur., 2014).

Cirkadijani ritam, genetske predispozicije, spol, tjelesna masa, dob i zdravstveno stanje spadaju u skupinu fizioloških faktora. Cirkadijani ritam regulira lučenje hormona među kojima je također i hormon gladi grelin (Qian i sur. 2018.). Povijesno gledano, razlike između spolova većinom proizlaze iz razlike u dnevnim aktivnostima između muškaraca i žena. Žene bi konzumirale ručak u kući, dok su muškarci bili na poslu i najčešće jeli manji obrok ili ga u potpunosti preskakali. Kada gledamo tjelesnu masu, veći indeks tjelesne mase (ITM) je povezan s većim energetske unosom nakon 20 sati (Baron i sur., 2011.). ITM predstavlja parametar koji se koristi za procjenu zdravlja opće populacije. ITM je omjer tjelesne mase i kvadrata tjelesne visine ( $\text{kg/m}^2$ ). Ljudi koji preskaču doručak pretežno su pripadnici mlađe populacije (Kant i sur., 2015.). te se upravo zato adolescenti ubrajaju u populacijske skupine na koje posebno treba obratiti pozornost prilikom dizajniranja efektivnih prehrambenih

smjernica vezanih za vrijeme unosa hrane. Ljudi koji imaju zdravstvenih problema povezanih sa spavanjem za posljedicu mogu imati veću konzumaciju hrane za vrijeme biološke noći (O'Reardon i sur., 2005). Genetske predispozicije dijelom objašnjavaju varijaciju u vremenu unosa hrane kod pojedinaca (de Castro i sur., 2001).

Iz svega navedenog vidljivo je koliko je vrijeme konzumacije hrane složen problem te koliko je faktora potrebno uzeti u obzir kako bi se shvatilo zašto pojedinac unosi hranu u određeno vrijeme i kako bi se ta navika promijenila.

Dashti i sur. (2019.) objašnjavaju kako svaka pojedina dijetetička metoda ima svojih prednosti i nedostataka kada je u pitanju procjena vremena unosa hrane. Zato je potreban individualan pristup i procjena prikladnosti dijetetičke metode ovisno o svim gore navedenim faktorima.

### **2.3. KRONOPREHRANA**

U zadnjih posljednjih 15 godina na području znanosti o prehrani, sve je više pažnje posvećeno kronobiologiji. Kronobiologija predstavlja složenu interakciju između cirkadijanog ritma, nutricionizma i metabolizma. Biološkom satu su za njegovu regulaciju potrebni, ne samo signali koje dobiva nakon perioda hranjenja, već i signali koje dobiva iz perioda apstinencije od hrane. Kronoprehrana uključuje istraživanja o raspodjeli unesene energije, učestalosti i redovitosti obroka, trajanju perioda hranjenja i razdobljima koja te objašnjava važnost ovih faktora za metaboličko zdravlje i rizik od kroničnih bolesti. (Flanagan i sur., 2020). Detaljnije gledano, ona sagledava oba smjera na relaciji bioloških ritmovi-prehrana. Točnije, kako vrijeme unosa hrane te biološki ritmovi utječu na zdravlje, metabolizam i prehranu, ali i isto tako kako sam sastav i veličina obroka utječe na biološke ritmove.

Pojedince svrstavamo u kronotipove ovisno o tome koje vrijeme dana preferiraju za aktivnost, odnosno za odmor. Pa tako razlikujemo jutarnji, prijelazni ili večernji kronotip (Roenneberg i sur. 2007). Kasniji kronotip ima lošije prehrambene navike povezane s pretilošću zbog većeg unosa energije kasnije u danu. Potencijalno objašnjenje za metabolički zdravu pretilost predstavlja sastavu konzumiranog obroka i razini tjelesne aktivnosti prije odnosno nakon perioda hranjenja. Kod kronotipova bitno je naglasiti razlike po spolovima i dobi. Muškarci su češće večernji kronotipovi u odnosu na žene (Dashti i sur., 2019). Također, pripadnici mlađe populacije pokazuju tendenciju preskakanja doručka i kasnijeg odlaska na spavanja te kao takvi većinom pripadaju večernjem kronotipu (Sila i sur., 2019.).

Galindo Muñoz i sur. (2020.) pokazali su po prvi puta da je moguće postići veći gubitak tjelesne mase, ITM i opseg struka hipokaloričnom dijetom prilagođenoj kronotipovima u usporedbi s dijetom iste energetske vrijednosti, a čiji omjer unosa energije u obrocima nije raspoređen prema kronotipovima.

Promjene u cirkadijanom ritmu dovode do povišene razine glukoze i inzulina, povišenog arterijskog tlaka, smanjene razine leptina, nedostatka sna i promjene ritma lučenja kortizola. Osim već spomenutog grelina, leptin je hormon zadužen za signaliziranje sitosti te on pokazuje varijacije u koncentraciji tokom dana. Dnevne promjene u njegovoj koncentraciji, osim što reguliraju osjećaj gladi, pokazuju i interakciju s genima centralnog sata, odnosno metaboličkim bolestima kao što su dijabetes i pretilost (Hirayama i sur., 2018.).

Isti obrok, konzumiran navečer rezultirao je nižom stopom metabolizma u mirovanju i povećanim glikemijskim odgovorom u odnosu na onaj konzumiran ranije u danu. Ovo ukazuje na cirkadijane varijacije u potrošnji energije i metabolizmu (Bo i sur., 2015).

Rezultati navedenih istraživanja osvještavaju povezanost cirkadijanog ritma i prehrane, međutim ovakvih istraživanja je relativno malo. Vidljiva je potreba za novim, dobro strukturiranim istraživanjima na ovom području. Kod dizajniranja ovih studija pogotovo je važno uzeti u obzir intravarijabilnost (razlika od dana do dana i sezonske promjene) i intervarijabilnost (kronotip).

## **2.4. VRIJEME UNOSA HRANE NA RAZINI DANA**

Trenutne prehrambene preporuke promoviraju kontinuirani kalorijski deficit kao glavnu intervenciju za pretilost (Jensen i sur. 2013.). U javnosti se javlja sve veći interes za ograničavanje vremena konzumacije hrane u danu s ciljem gubitka tjelesne mase. Novija istraživanja daju optimistične naznake te ukazuju na značaj i potencijalnu primjenu vremenski ograničenog hranjenja kao oružja u borbi s pandemijom pretilosti i kao promotora općeg zdravlja.

Rynders i sur. (2019) nude kvalitetne i jasne definicije za intermitentni post te vremenski ograničeno hranjenje na temelju sakupljene literature. Intermitentni post uključuje periode hranjenja *ad libitum* te periode posta (energetska restrikcija 60-100%) duljine 16-48 sati. Toj skupini pripadaju: alternirajući post (kompletna apstinencija od hrane na dane posta), modificirani post svaki drugi dan (>60% energetske restrikcije na dane posta), post 2 dana u

tjednu i periodični post (post može trajati od 2 do čak 21 dana). Vremenski ograničeno hranjenje uključuje prehrambene obrasce u kojima je vrijeme hranjenja ograničeno na 8-10h ili manje svaki dan u tjednu. Ta skupina se dalje može podijeliti na rani i kasni tip, ovisno o vremenu u danu za kada je određen period hranjenja. Upravo taj *ad libitum* period hranjenja je ono što potencijalno daje ovim metodama element koji povećava dugotrajnu održivost ovog režima (Seimon i sur., 2015.). Dodatne prednosti ovakvog režima prehrane su manje utrošenog vremena na pripremu obroka te to što potencijalno predstavlja financijski jeftiniju opciju. Međutim isto tako, ovakve režime može biti teško integrirati u socijalne obveze pojedinca te je uvijek potrebno postupiti s oprezom kada je u pitanju osoba s postojećim zdravstvenim problemom. Dodatno, ne treba izostaviti ni period prilagodbe koji je potrebno prebroditi pri prelasku na takav prehrambeni režim.

Benefiti ovakvog prehrambenog režima već su neko vrijeme dokazani na životinjskim modelima. Na primjer, poznato je da ograničenje vremena unosa hrane produžuje životni vijek (Goodrick i sur., 1982). Također, poznat je i pozitivan utjecaj na kognitivnu funkciju te zaštitu od neurodegenerativnih bolesti poput Alzheimerove bolesti. (Duan i sur., 2003).

Jedan od procesa koji pridonosi produženju životnog vijeka povezanog s restrikcijom vremena konzumacije hrane je autofagija. Autofagija je proces samorazgradnje stanica koji je važan za održavanje energetske ravnoteže u kritičnim trenucima razvoja te kao odgovor na stres hranjivih tvari, odnosno njihovog manjka. Ona igra ulogu čuvara u uklanjanju pogrešno sintetiziranih proteina, čišćenju oštećenih organela i eliminaciji unutarstaničnih patogena. Autofagija se smatra mehanizmom preživljavanja. Osim eliminacije unutarstaničnih nakupina i oštećenih organela, autofagija potiče stanično starenje i prezentaciju antigena na površini stanice, štiti od nestabilnosti genoma i sprječava nekrozu, te joj tako daje ključnu ulogu u prevenciji bolesti poput karcinoma, neurodegeneracije, kardiomiopatije, dijabetesa, bolesti jetre, autoimune bolesti i infekcije (Glick i sur., 2010). Ovo je jedan od mehanizama koji objašnjava pozitivne efekte ograničenja vremena unosa hrane.

Kao glavni mehanizam kojim se postiže kalorijski deficit, iako je hranjenje *ad libitum*, navodi se nemogućnost kompenziranja neunesene energije tokom perioda posta za vrijeme perioda hranjenja (Johnstone i sur. 2002). Manje unesene energije u odnosu na utrošenu energiju dovodi do gubitka tjelesne mase.

Također, neka istraživanja ukazuju i na smanjeni osjećaj gladi povezan uz post (Klempel i sur., 2013). To je još jedna dodatna stavka koja podržava tvrdnju da se ovdje radi o održivoj metodi koja se može provoditi kao životni stil, a ne samo kao privremeno rješenje.

Alternirajući post kroz 8-12 tjedana u pretilih pojedinaca dovodi do već navedene spontane redukcija ukupnog unosa energije, smanjena u tjelesnoj i masi te poboljšava krvnu sliku LDL kolesterol (LDL), trigliceridi u krvi i ostali markera upale (Varaday i sur. 2009; Johnson i sur., 2007).

Dodatno, istraživanje Panda i sur. (2015) pokazuje da vremenski ograničeno hranjenje vraća pravilnu dnevnu varijaciju vrsta *lactobacillus* i *ruminococcacea* bakterija koje potencijalno štite od negativnih metaboličkih posljedica pretilosti.

Rynders i sur. (2019) sagledali su 11 radova koji uspoređuju kontinuiranu energetska restrikciju s intermitentni postom, odnosno vremenski ograničenim hranjenjem.

Izabrali su istraživanja u trajanju dužem od 8 tjedana kod odraslih osoba s ITM-e >-25kgm<sup>2</sup>. Pokazalo se da intermitentna energetska restrikcija dovodi do istih rezultata kao i kontinuirana energetska restrikcija kada je u pitanju gubitak tjelesne mase. Ovo dokazuje kako ponovno kako je ipak energetska restrikcija glavni pokretač gubitka tjelesne mase u zdravih osoba te da u konačnici većina zdravstvenih benefita postignutih vremenski ograničenim unosom hrane se mogu pridodati upravo kalorijskom deficitu. Međutim, u nekim od analiziranih radova, ustanovljeno je da osobe koje su prijavile veću konzumaciju hrane u jutarnjima satima, u odnosu na one koji su jeli kasnije u danu, su postigli veći gubitak tjelesne mase (Jakubowicz i sur., 2013).

Također, vremenski ograničeno hranjenje u nekim istraživanjima pokazuje bolje rezultate na smanjenje razine šećera u krvi i razine inzulina te tako predstavlja bolju zaštitu od dijabetesa tipa 2 u odnosu na kontinuiranu energetska restrikciju u danu (Barnosky i sur., 2014 i Halberg i sur., 2005).

Ako pogledamo malo dalje u povijest možemo naći dokaze o ekstremno dugotrajnom postu kao potencijalnom alatu za liječenje pretilosti. Angus Barbieri je postio 382 dana, od lipnja 1965. do srpnja 1966., tijekom kojih je izgubio 125 kg. Tijekom 382 dana njegova posta svakodnevno su mu davani esencijalni vitaminski dodaci i mineralni dodaci. Dohrana se provodila polako, davanjem malih količina ugljikohidrata i kuhanog jajeta (Stewart i Fleming, 1973).

Visioli i sur. (2022) naglašavaju da je posebno bitno obratiti pozornost na opasnost ponovnog unosa velike konzumacije hrane nakon dugotrajnog posta. Ovo može dovesti do ozbiljnih zdravstvenih problema, čak i smrti.

Također, posebnu pažnju treba obratiti na poremećaje prehrane kada se sagledava vremenski ograničen unos hrane jer tu dolazi do preskakanja obroka. Hoddy i sur. (2015) su zaključili

kako alternirajući post ne pokazuje indikacije da pogoduje razvoju prehrambenih poremećaja. Međutim, ovo je jako individualan problem koji ne valja generalizirati. Pogotovo kod rizičnih populacijskih skupina poput djece i adolescenata.

Kada se ograničava vrijeme konzumacije hrane na razini dana, najčešće se ljudi odlučuju za eliminaciju doručka. Kako bismo shvatili ovaj problem prvo je potrebno definirati sam pojam zajutrnaka jer se u kolokvijalnom govoru vrlo često riječ doručak koristi kao sinonim za prvi obrok u danu. Međutim, u ovom radu će se za obrok najčešće konzumiran u vremenskom periodu između 06.00-10.00 sati koristiti pojam zajutrnak. Povijest percepcije važnosti zajutrnaka u prehrani se dosta mijenjala kroz povijest. „Doručuj kao kralj, ručaj kao princ, a večeraj kao siromah.“ Ovo je samo je jedna od prehrambenih poruka prošlog stoljeća koja možda najbolje ilustrira stav prema prvom obroku u danu. Ova preporuka ne samo da zagovara konzumaciju doručka, već daje i naputke za energetske vrijednosti tog obroka u odnosu na ostale obroke u danu. Međutim u novije vrijeme, najvećim dijelom zbog ubrzanog načina života, ljudi sve češće preskaču zajutrnak i svoj prvi obrok u danu konzumiraju tek u, konvencionalno gledano, vremenu namijenjenom za ručak. Novija istraživanja pokazuju neke znakove da možda skraćivanje perioda hranjenja preskakanjem doručka možda i nije tako problematično kako se prije smatralo. Uloga konzumacije zajutrnaka u znanosti o prehrani je kompleksan problem o kojem se još vode brojne rasprave i koji zahtjeva novija istraživanja kako bismo dobili što bolji uvid u efekt koji konzumacija prvog obroka u danu ima na ljudsko tijelo.

Kao što je već spomenuto, preskakanje obroka ne rezultira točnom energetskom nadoknadom u sljedećim obrocima i sugerira da bi preskakanje zajutrnaka moglo biti učinkovito sredstvo za smanjenje dnevnog unosa energije (Levitsky i Pacanowski, 2013).

Na životinjskom modelu je dokazano da pomicanje prvog obroka, kod štakora stavljenih na prehrambeni režim s visokim udjelom masti, kasnije u danu dovodi do povećanja tjelesne mase te mase masnog tkiva bez promjene ukupnog unosa hrane (Shimizu i sur., 2018).

Jedno od objašnjenja zašto konzumacija hrane ranije u danu može dovesti do veće ukupne energetske potrošnje je preko povećanja termičkog efekta hrane. Termički efekt hrane (TEH) podrazumijeva povećanje u energetskoj potrošnji nakon konzumacije hrane zbog energetskog utroška potrebnog za apsorpciju i skladištenje nutrijenata. Sastoji se od obveznih (nužan utrošak energije za probavu, apsorpciju i skladištenje nutrijenata) i fakultativnih (utrošak energije povezan s povećanom aktivnosti simpatičkog živčanog sustava) komponenta. TEH pokazuje varijabilnost u odnosu na doba dana te je pod kontrolom endogenog cirkadijanog ritma organizma. Dokazano je da je vrijednost TEH-a znatno veća u jutarnjim satima u odnosu



na večernje sate (Ruddick-Collins i sur., 2018). Ta povećana vrijednost proizlazi iz većih nužnih odnosno fakultativnih komponenata.

## **2.5. VRIJEME UNOSA HRANE NA RAZINI TJEDNA**

Kada se sagledava vrijeme unosa hrane na razini tjedna jako je važno definirati u koju skupinu spadaju pojedini dani tjedna. Arab i sur. (2009) kritizirali su metodu 24-satnog prisjećanja kao metode za procjenu energetskeg unosa u danu te također sugeriraju sagledavanje dana vikenda, a ne samo radnih dana, kako bi se dobila što kvalitetnija slika o prehranbenom obrascu pojedinca. Petak se navodi kao kritična točka jer on sam prema standardnoj podjeli tjedna pripada skupini radnih dana, međutim prema kvaliteti prehrane više odgovara suboti i nedjelji nego radnim danima. Tako je uspoređivanjem 4 dnevnog energetskeg unosa procijenjenog 24-satnim prisjećanjem prema zlatnom standardu (metodi dvostruko označene vode), najbolju korelaciju su pokazala 3 radna dana sagledana s jednim danom vikenda u odnosu s samo 4 radna dana, to jest 4 dana vikenda. Na ovo je izrazito bitno obratiti pozornost kada se procjenjuje energetskeg unos pojedinca i njegove prehranbene navike. Vrlo je lako donijeti krive zaključke o prehranbenoj kvaliteti ako se ne sagledaju i dani vikenda uz radne dane.

Yang i sur. (2014) proveli su usporedbu prehranbenog obrasca tijekom radnih dana u odnosu na vikend u Kanadi s velikim brojem ispitanika (n= 34 402). Metoda koju su koristili je bila 24-satno prisjećanje te su ispitanici bili podijeljeni u dvije skupine "radni dan" i "vikend".

Energetskeg unos je bio za  $62 \pm 23$  kcal veći vikendom u odnosu na radne dane. Također, vikendima je konzumirano više zasićenih masnih kiselina i mononezasićenih masnih kiselina. Najveća razlika vidljiva je u konzumaciji alkohola koja je 66% veća vikendima nego radnim danima. Uz to primijećen je niži unos ugljikohidrata, proteina te većine mikronutrijenata.

Ovi rezultati pokazuju jasno nižu kvalitetu samog prehranbenog obrasca vikendom u usporedbi s radnim danima.

Tjedne varijacije u unosu hrane i obrascima obroka kod istraživane su tako što je 323 ispitanika vodilo 7-dnevni dnevnik svega što su konzumirali uz navedeno vrijeme konzumacije te su također opisivali svoje subjektivan osjećaj gladi, depresije i tjeskobe. Uočen je jasan tjedni ritam unosa hranjivih tvari, ponovno s većim ukupnim unosom kalorija i većim obrocima konzumiranih vikendom. Dužina trajanja obroka je također bila veća isto tako i broj drugih prisutnih ljudi za obrocima. Rezultati podupiru hipotezu da povećani energetskeg unos vikendom

proizlazi dijelom iz socijalnih faktora koji olakšavaju unos hrane kao rezultat većeg broja drugih ljudi prisutnih na obrocima vikendom te veće fleksibilnosti za produljenje trajanja obroka vikendom (de Castro, 1991). Ovdje je jasno vidljivo da dani vikenda u sebi imaju socijalnu komponentu koja značajno utječe na kvalitetu i kvantitetu prehranbenog obrasca pojedinca.

Dodatno, pojam socijalnog jet lag-a je već poznat u literaturi, a odnosi se na diskrepanciju u vremenima buđenja vikendima u usporedbi s radnim danima (Wittmann i sur. 2006). Također je poznata i povezanost socijalnog jet lag-a s pretilosti i negativnim utjecajima na metabolizam (Roenneberg i sur. 2012).

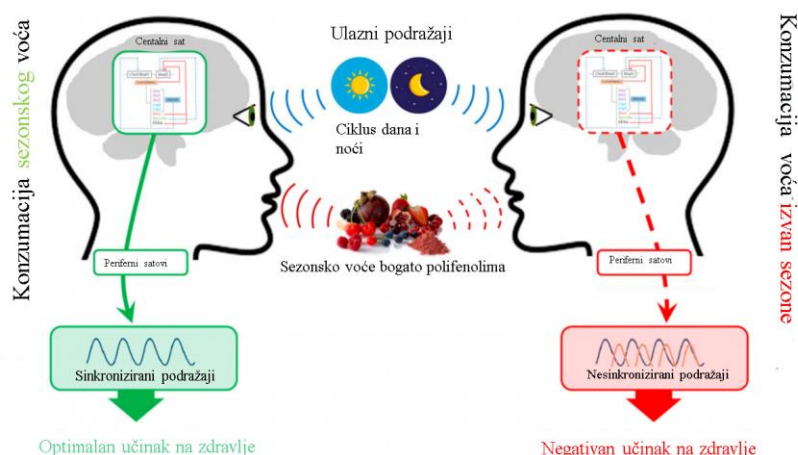
Zeron-Ruggerio i sur. (2019) uveli su novi pojam "prehranbenog jet lag-a" koji se referira na pojavu različitog vremena konzumacije hrane vikendima u odnosu na radne dane.

Ovo istraživanje na 1106 mladih osoba (18-25 godina) pokazalo je pozitivnu korelaciju između jet lag-a u prehrani i indeksa tjelesne mase (ITM). Odnosno, ljudi koji su vikendima kasnije unosili obroke, imali su veći indeks tjelesne mase u odnosu na one ljude kod kojih je ta vremenska razlika bila manje izražena. Konkretno ako je prehranbeni jet lag bio veći od 3,5 sata ITM bi također bio značajno povećan.

## **2.6. VRIJEME UNOSA HRANE NA RAZINI GODINE**

Najveći vremenski period unosa hrane sagledan u ovom radu odnosit će se varijacije u godišnjoj/sezonskoj konzumaciji hrane. Ovdje su ponajviše u fokusu promjene u prehranbenom obrascu kod konzumacije sezonskog voća i povrća. Zbog globalizacije u novije je doba pojedina vrsta voća i povrća dostupna pojedincu tijekom čitave godine.

Postavlja se pitanje može li konzumacija hrane izvan sezone na neki način imati negativan utjecaj na pojedinca. U odgovoru na ovo pitanje pomoći će nam definicija teorije ksenohormeze. Teorija ksenohormeze objašnjava da životinje primaju informacije iz okoliša preko kemijskog sastava biljaka koje konzumiraju. Biljke sintetiziraju sekundarne metabolite kao odgovor na stres proizveden iz okoliša uvjetovan temperaturom, svjetlosti i pristupu vodi (Griesser i sur., 2015; Pineli i sur., 2012). Heterotrofi zatim konzumiraju te biljke i tako detektiraju sastav te količinu navedenih sekundarnih metabolita. To im omogućava pokretanje fizioloških procesa prilagodbe organizma na uvjete u okolišu što u konačnici dovodi do veće šanse opstanka (Baur i Sinclair, 2008).



Slika 3. Grafički prikaz vanjskih podražaja (prisutnosti prirodnog svjetla i unos sezonskog voća) te njihovu međusobnu interakciju s centralnim satom (Arola-Arnal i sur., 2019).

Najbolju ilustraciju ove teorije demonstrirali su Gibert Ramos i sur. (2020). Tako što su Fischer štakore su podijelili u dvije skupine te prilagodili na dugi (16 sati/8 sati), odnosno kratki fotoperiod (8 sati/16 sati). Svaka od dvije navedene grupe je bila podijeljena u tri dodatne grupe te im je dano 100 mg/kg tjelesne mase liofilizirane naranče uzgojene na sjevernoj, južnoj hemisferi te kontrolna otopina glukoze i fruktoze. Kvalitativni kemijski sastav polifenola naranče je bio sličan, međutim koncentracije pojedinih spojeva su se razlikovale.

Rezultati su pokazali kako grupa koja je bila prilagođena na kratki fotoperiod, a koja je konzumirala naranče uzgojene na južnoj hemisferi, imala veću apsolutnu količinu masnog tkiva, veći broj velikih adipocita te povećanu ekspresiju gena  $PPAR\gamma$  koji aktivira procese akumulacije masti u adipocitima u odnosu na kontrolnu skupinu.

Nadalje primijećena je i supresija gena  $Ppar\alpha$ ,  $Lpl$  i  $Cpt1b$  zaduženih za procese katabolizma lipida poput  $\beta$ -oksidacije u analiziranom masnom tkivu. Grupa koja je konzumirala naranče s sjeverne hemisfere nije pokazala nikakve značajne promjene u odnosu na kontrolnu skupinu. Kod štakora je poznat fenomen povećanja količine masnog tkiva kako se približava sezona dužeg fotoperioda. Budući da su naranče uzgojene prema uvjetima kakvi se javljaju u proljeće

(duži fotoperiod) one su signalizirale štakorima prilagođenima na kratki fotoperiod (zima) da se približava druga sezona te su oni sukladno tim informacija počeli akumulirati masno tkivo kao mehanizam prilagodbe.

Isti autor je dobio slične rezultate kada su štakorima umjesto naranča dane trešnje. Konzumacija *Prunus avium L.* izvan sezone utjecala je na metabolizam masnog tkiva i potakla nakupljanje masti kada je popraćena prehranom koja inducira pretilost (Gibert-Ramos i sur., 2018).

Ovakav nesklad, između unutarnjeg biološkog sata i informacija o okolišu iz dobivenim preko hrane, dovodi do akumulacije masnog tkiva i povećanja broja većih adipocita koji su povezani s većom ekspresijom upalnih adipokina, inzulinskom rezistencijom i dijabetesom tipa II.

Danas postoje brojni dostupni alati koji olakšavaju pronalazak informacija o sezonskom voću i povrću. Jedan od takvih interaktivnih alata razvilo je Europsko vijeće za informiranje o hrani (EUFIC). Na njihovoj je stranici moguće pronaći informaciju o sezoni svakog voća i povrća u Europi prema državi i godišnjem dobu, odnosno mjesecu u godini.

Ovi rezultati stavljaju naglasak na važnost konzumacije hrane koja je uzgojena i odgovara uvjetima u kojima pojedinac obitava.

## **2.7. RIZIČNA POPULACIJSKA SKUPINA - NOĆNI RADNICI**

Posebno ugrožene skupine po pitanju vremena konzumacije hrane i njegovom utjecaju na zdravlje predstavljaju adolescenti i noćni radnici. U novije doba rad u noćnim smjenama u brojnim industrijskim granama je neizbježan. Budući da je kod njih primijećena veća prevalencija kroničnih bolesti, potrebno je usmjeriti veliku pažnju na proučavanje učinka hranjenja izvan perioda koji odgovara biološkom satu kako bi se što efektivnije minimizirale posljedice na zdravlje kojima su ovi radnici izloženi. Također, baš iz tog razloga oni predstavljaju jako dobru populacijsku skupinu za istraživanje efekta poremećenog biološkog ritma. Poznato je i da se cirkadijani ritam mijenja kroz život. Adolescenti i mlađe odrasle osobe su oni češće noćni radnici i izloženi negativnim utjecajima poremećenog ciklusa spavanja.

Noćni rad od radnika zahtjeva promjenu prehrambenih navika, tjelesne aktivnosti i ciklusa spavanja kako bi se što bolje prilagodili zadanom poslu. Postavljene su dva aspekta koja uzrokuju spomenute negativne posljedice na zdravlje, a to su učinak koji noćni rad ima na prehrambeni obrazac pojedinca i fiziološke probleme uzrokovane poremećenim cirkadijanim

ritmom.

Istraživanja pokazuju da noćni radnici imaju veći rizik obolijevanja od kroničnih bolesti poput hipertenzije, dijabetesa tipa 2 ili kardiovaskularnih bolesti (D'Annibale i sur., 2021).

D'Annibale i sur. (2021.) sagledali su prehrambene preporuke za rad u noćnim smjenama. One se uglavnom odnose na kvalitetu prehrane (nutrijenti, vrste hrane i serviranja), raspored obroka u danu i njihovu frekvenciju, te unos kofeina i hidraciju. Prije svega noćni radnici isto kao i svi drugi ljudi, primarno moraju zadovoljiti unos makro i mikronutrijenata.

Savjetuje se regularan raspored hranjenja u 24- satnom periodu uz čestu konzumaciju međuobroka za vrijeme smjene i jedan međuobrok prije odlaska na spavanje te izbjegavanje velikih obroka i začinjene odnosno pržene hrane. Što se tiče vremena konzumacije hrane, savjetuje se ograničavanje perioda hranjenja na ponoć do 6 ujutro, odnosno neke smjernice sugeriraju da je bolje konzumirati hranu prije 1 sata ujutro. Ako gledamo kvalitetu i vrstu hrane, preporuke su iste kao i za opću populaciju, a uključuju hranu niskog glikemijskog indeksa i većeg udjela vlakna uz veći unos proteina i izbjegavanje dodanih šećera i alkohola. Stavljen je naglasak na lako probavljivu hranu kako bi se smanjila prisutnost gastrointestinalnih problema koji su česti kod ove skupine. Savjeti za unos kofeina su bili razni. Od potpunog izbjegavanja do dopuštene konzumacije, ali samo ako nije u periodu blizu vremena spavanja. Za hidraciju se primarno preporuča voda uz dodatak za izbjegavanje prevelike konzumacije pića neposredno prije spavanja kako ne bi došlo do dodatnog poremećaja ciklusa spavanja.

Za noćne radnike karakteristična je niža kvaliteta prehrane, veći unos šećera, zasićenih masti, napitaka sa dodanim šećerom i niži ukupan unos povrća. Također je naravno ukupan energetske unos pomaknut na večernje sate zbog prirode noćnog rada. Takav unos hrane u večernjim satima šalje signale perifernom satu koji nisu u skladu s centralnim satom i zato dolazi do neželjenih metaboličkih posljedica.

### 3. ZAKLJUČCI

U literaturi postoji kvalitetno i detaljno razumijevanje mehanizama bioloških ritmova. Čvrsti su dokazi koji pokazuju povezanost bioloških ritmova, metabolizma i prehrane. Negativne posljedice nesklada između vremena unosa hrane i biološkog ritma najbolje su vidljive kod populacije noćnih radnika.

Na razini dana novije prakse intermitentnog posta i vremenski ograničenog hranjenja predstavljaju održive alternative za postizanje energetskog deficita te smanjenja tjelesne mase.

Na razini tjedna, uočavaju se razlike u kvaliteti i kvantiteti unesene hrane između radnih dana i dana vikenda. Ovdje je potrebno pripaziti na petak kao prijelazni dan između ove dvije faze prilikom implementiranja dijetetičkih metoda.

Konsumacija voća izvan sezone tijekom godine u životinjskim modelima jasno pokazuje negativne metaboličke posljedice zbog nesklada između stanja okoliša u kojem se životinja nalazi i okoliša u kojem je voćka uzgajana.

Zašto pojedinac unosi hranu u određeno vrijeme izrazito je kompleksan problem kojem treba pristupiti individualno, a odrednice uključuju: kulturološke, okolišne, bihevioralne i fiziološke faktore te osobne preferencije.

#### 4. POPIS LITERATURE

Al Khatib HK, Harding SV, Darzi J, Pot GK (2017) The effects of partial sleep deprivation on energy balance: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr* **71**, 614–624. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.201>

Arab L, Jardack P, Weiqing L, Schoeller D (2009) Are Weekends Necessary in Dietary Assessment? *FASEB J* **23**, S229.8 [https://doi.org/10.1096/fasebj.23.1\\_supplement.229.8](https://doi.org/10.1096/fasebj.23.1_supplement.229.8)

Arola-Arnal A, Cruz-Carrión Á, Torres-Fuentes C, Ávila-Román J, Aragonès G, Mulero M, i sur. (2019) Chrononutrition and Polyphenols: Roles and Diseases. *Nutrients* **11**, 2602. <https://doi.org/10.3390/nu11112602>

Barnosky AR, Hoddy KK, Unterman TG, Varady KA (2014) Intermittent fasting vs daily calorie restriction for type 2 diabetes prevention: a review of human findings. *Transl Res* **164**, 302-311. <https://doi.org/10.1016/j.trsl.2014.05.013>

Baron KG, Reid KJ, Kern AS, Zee PC (2011) Role of sleep timing in caloric intake and BMI. *Obesity* **19**, 1374–1381. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.100>

Baur JA, Sinclair DA (2008) What is Xenohormesis ? *Am J Pharmacol Toxicol* **3**, 152–159. <https://doi.org/10.3844/ajpts.2008.152.159>

Bhutani S, Klempel MC, Kroeger CM, Aggour E, Calvo Y, Trepanowski JF i sur. (2013) Effect of exercising while fasting on eating behaviors and food intake. *J Int Soc Sports Nutr* **10**, 50. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-50>

Bo S, Fadda, M, Castiglione A, Ciccone G, De Francesco A.; Fedele D i sur. (2015) Is the timing of caloric intake associated with variation in diet-induced thermogenesis and in the metabolic pattern? *Int J Obes* **39**, 1689–1695. <https://doi.org/10.1038/ijo.2015.138>

Caton SJ, Ball M, Ahern A, Hetherington MM (2004) Dose-dependent effects of alcohol on appetite and food intake. *Physiol Behav* **81**, 51–58.

<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2003.12.017>

D'Annibale M, Hornzee N, Whelan M, Guess N, Hall W, Gibson R (2021) Eating on the night shift: A need for evidence-based dietary guidelines? *Nutr Bull* **46**, 339-349.

<https://doi.org/10.1111/nbu.12515>

Dashti HS, Scheer FAJL, Saxena R, Garaulet M (2019) Timing of Food Intake: Identifying Contributing Factors to Design Effective Interventions. *Adv Nutr* **10**, 606-620.

<https://doi.org/10.1093/advances/nmy131>

de Castro JM (2001) Heritability of diurnal changes in food intake in free-living humans.

*Nutr* **17**, 713–720. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(01\)00611-6](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(01)00611-6)

de Castro JM. (1991) Weekly rhythms of spontaneous nutrient intake and meal pattern of humans. *Physiol Behav* **50**, 729-738. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(91\)90010-L](https://doi.org/10.1016/0031-9384(91)90010-L)

Duan W, Guo Z, Jiang H, Ware M, Li XJ, Mattson MP (2003) Dietary restriction normalizes glucose metabolism and BDNF levels, slows disease progression, and increases survival in huntingtin mutant mice. *Proc Natl Acad Sci U S A* **100**, 2911–2916.

<https://doi.org/10.1073/pnas.0536856100>

EUFIC (2005) Explore seasonal fruits and vegetables in Europe. EUFIC- European Food Information Council, <https://www.eufic.org/en/explore-seasonal-fruit-and-vegetables-in-europe>. Pristupljeno: 22.09.2022.

Flanagan A, Bechtold DA, Pot GK & Johnston JD (2020) Chrono-nutrition: From molecular and neuronal mechanisms to human epidemiology and timed feeding patterns. *J Neurochem* **157**, 53–72. <https://doi.org/10.1111/jnc.15246>



Galindo Muñoz JS, Gómez Gallego M, Díaz Soler I, Barberá Ortega MC, Martínez Cáceres CM i sur. (2020) Effect of a chronotype-adjusted diet on weight loss effectiveness: A randomized clinical trial. *Clin Nutr* **39**, 1041-1048. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.05.012>

Gibert-Ramos A, Crescenti A, Salvadó MJ (2018) Consumption of Cherry out of Season Changes White Adipose Tissue Gene Expression and Morphology to a Phenotype Prone to Fat Accumulation. *Nutrients* **10**, 1102. <https://doi.org/10.3390/nu10081102>

Gibert-Ramos A., Palacios-Jordan H., Salvadó M.J., Crescenti A. (2020) Consumption of out-of-season orange modulates fat accumulation, morphology and gene expression in the adipose tissue of Fischer 344 rats. *Eur J Nutr* **59**, 621 – 631. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01930-9>

Gill S, Panda S (2015) A smartphone app reveals erratic diurnal eating patterns in humans that can be modulated for health benefits. *Cell Meta* **22**, 789–798. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2015.09.005>

Glick D, Barth S, Macleod KF (2010) Autophagy: cellular and molecular mechanisms. *J Pathol* **221**, 3-12. <https://doi.org/10.1002/path.2697>

Goodrick CL, Ingram DK, Reynolds MA, Freeman JR, Cider NL (1982) Effects of Intermittent Feeding Upon Growth and Life Span in Rats. *Gerontology* **28**, 233-241. <https://doi.org/10.1159/000212538>

Griesser M, Weingart G, Schoedl-Hummel K, Neumann N, Becker M, Varzuma K. i sur. (2015) Severe drought stress is affecting selected primary metabolites, polyphenols, and volatile metabolites in grapevine leaves (*Vitis vinifera* cv. Pinot noir). *Plant Physiol Biochem* **88**, 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.01.004>

Halberg N, Henriksen M, Söderhamn N, Stallknecht, Ploug T., Schjerling P (2005) Effect of intermittent fasting and refeeding on insulin action in healthy men. *J Appl Physiol* **99**, 2128–2136. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00683.2005>

Hirayama M, Mure LS, Panda S (2018) Circadian regulation of energy intake in mammals. *Curr Opin Physiol* **5**, 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2018.11.002>

Hoddy KK, Kroeger CM, Trepanowski JF, Barnosky AR, Bhutani S, Varady KA (2015) Safety of alternate day fasting and effect on disordered eating behaviors. *Nutr J* **14**, 1–3. <https://doi.org/10.1186/s12937-015-0029-9>

Jakubowicz D, Barnea M, Wainstein J, Froy O (2013) High caloric intake at breakfast vs. dinner differentially influences weight loss of overweight and obese women. *J Obes* **21**, 2504-2512. <https://doi.org/10.1002/oby.20460>

Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA i sur. (2013) AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *Circulation* **129**, S102–S138 <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000437739.71477.ee>

Johnson JB, Summer W, Culter RG, Martin B, Hyun D, Dixit VD i sur. (2007) Alternate day calorie restriction improves clinical findings and reduces markers of oxidative stress and inflammation in overweight adults with moderate asthma. *Free Radic Biol Med* **42**, 665–674. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2006.12.005>

Johnston JD (2014) Physiological responses to food intake throughout the day. *Nutr Res Rev* **27**, 107–118. <https://doi.org/10.1017/S0954422414000055>

Johnstone AM, Faber P, Gibney ER, Elia M, Horgan G, Golden BE i sur. (2002) Effect of an acute fast on energy compensation and feeding behaviour in lean men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord* **26**, 1623–1628. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802151>

Klempel MC, Bhutani S, Fitzgibbon M, Freels S, Varady KA (2010) Dietary and physical activity adaptations to alternate day modified fasting: Implications for optimal weight loss. *Nutr J* **9**, 35. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-9-35>

Levitsky DA, Pacanowski CR (2013) Effect of skipping breakfast on subsequent energy intake. *Physiol Behav* **119**, 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.05.006>

O'Reardon JP, Peshek A, Allison KC (2005) Night eating syndrome: diagnosis, epidemiology and management. *CNS Drugs* **19**, 997–1008. <https://doi.org/10.2165/00023210-200519120-00003>

Pineli LL, Moretti CL, Rodrigues JSQ, Ferreira DB, Chiarello MD (2012) Variations in antioxidant properties of strawberries grown in Brazilian savannah and harvested in different seasons. *J Sci Food Agric* **92**, 831–838. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4654>

Roenneberg T, Allebrandt KV, Merrow M, Vetter, C (2012) Social Jetlag and Obesity. *Curr Biol* **22**, 939-943. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.03.038>

Ruddick-Collins LC, Johnston JD, Morgan PJ, Johnstone AM (2018) The Big Breakfast Study: Chrono-nutrition influence on energy expenditure and bodyweight. *Nutr Bull* **43**, 174-183. <https://doi.org/10.1111/nbu.12323>

Rynders CA, Thomas EA, Zaman A, Pan Z, Catenacci VA, Melanson EL (2019) Effectiveness of Intermittent Fasting and Time-Restricted Feeding Compared to Continuous Energy Restriction for Weight Loss. *Nutrients* **11**, 2442. <https://doi.org/10.3390/nu11102442>

Seimon RV, Roekenes JA, Zibellini J, Zhu B, Gibson AA, Hills AP i sur. (2015) Do intermittent diets provide physiological benefits over continuous diets for weight loss? A systematic review of clinical trials. *Mol Cell Endocrinol* **418**, 153–172. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2015.09.014>

Shariatpanahi ZV, Shariatpanahi MV, Shahbazi S, Hossaini A, Abadi A (2008) Effect of Ramadan fasting on some indices of insulin resistance and components of the metabolic syndrome in healthy male adults. *Br J Nutr* **100**, 147–151. <https://doi.org/10.1017/S000711450787231X>

Shimizu H, Hanzawa F, Kim D, Sun S, Laurent T, Umeki M i sur. (2018) Delayed first active-

phase meal, a breakfast-skipping model, led to increased body weight and shifted the circadian oscillation of the hepatic clock and lipid metabolism-related genes in rats fed a high-fat diet. *PLoS One* **13**, e0206669 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206669>

Sila S, Ilić A, Mišigoj- Duraković M, Sorić M, Radman I, Šatalić Z (2019) Obesity in adolescents who skip breakfast is not associated with physical activity. *Nutrients* **11**, 2511 <https://doi.org/10.3390/nu11102511>

Soeters MR, Lammers NM, Dubbelhuis PF, Ackermans M, Jonkers-Schuitema CF, Fliers E i sur. (2009) Intermittent fasting does not affect whole-body glucose, lipid, or protein metabolism. *Am J Clin Nutr* **90**, 1244–1251 <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.27327>

Stewart WK, Fleming, LW (1973) Features of a successful therapeutic fast of 382 days' duration. *Postgrad Med J* **49**, 203–209. <http://dx.doi.org/10.1136/pgmj.49.569.203>

Varady KA, Bhutani S, Church EC, Klempel MC (2009) Short-term modified alternate-day fasting: A novel dietary strategy for weight loss and cardioprotection in obese adults. *Am J Clin Nutr* **90**, 1138–1143. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28380>

Visioli F, Mucignat-Caretta C, Anile F, Panaite SA (2022) Traditional and Medical Applications of Fasting. *Nutrients* **14**, 433. <https://doi.org/10.3390/nu14030433>

Vincent GE, Jay SM, Sargent C, Vandelanotte C, Ridgers ND, Ferguson SA (2017) Improving cardiometabolic health with diet, physical activity, and breaking up sitting: What about sleep? *Front Physiol* **8**, 865. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00865>

Wittmann M, Dinich J, Meroz M, Roenneberg T (2006) Social jetlag: Misalignment of biological and social time. *Chronobiol Int* **23**, 497–509. <https://doi.org/10.1080/0742052050054597>

Yang PH, Black JL, Barr SI, Vatanparast H (2014) Examining differences in nutrient intake and dietary quality on weekdays versus weekend days in Canada. *Appl Physiol Nutr Metab*. **12**, 1413-1417. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0110>

Zerón-Ruggerio MF, Hernández Á, Porrás-Loaiza AP, Cambras T, Izquierdo-Pulido M. (2020) Eating Jet Lag: A Marker of the Variability in Meal Timing and Its Association with Body Mass Index. *Nutrients* **11**, 2980. <https://doi.org/10.3390/nu11122980>

## Izjava o izvornosti

Ja JAKOV IVANKOVIĆ izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

  
Vlastoručni potpis