

ХЕМАТОЛОШКИ СТАТУС И ФУНКЦИОНАЛНЕ СПОСОБНОСТИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОГ СИСТЕМА ФИЗИЧКИ АКТИВНИХ ВЕГАНКИ

Владимир Илић¹, Слободанка Добријевић¹, Немања Ребић²

Факултет спорта и физичког васпитања, Универзитет у Београду, Србија
Факултет спорта и физичког васпитања, Универзитет у Београду, студент ОАС, Србија

САЖЕТАК

Циљ овог истраживања је био да се испита утицај веганске исхране на хематолошке параметре, као и да се упореде функционалне способности кардиореспираторног система вегана и особа на стандардном режиму исхране. Узорак испитаника чинило је 24 особе женског пола, подељене у две групе: 11 веганки и 13 жена на стандардном режиму исхране. Процена нивоа физичке активности испитаника вршена је стандардним IPAQ упитником. Хематолошка анализа обухватила је: комплетну крвну слику, липидни профил крви, витамин Б12 и гвожђе. Праћене су основне антропометријске варијабле, а за процену максималне потрошње кисеоника коришћен је субмаксимални Астрандов тест на бицикл ергометру. За мерење масималних вредности срчане фреквенције и крвног притиска коришћен је RAMP континуирани протокол. Резултати су показали да активне веганке имају значајно нижу телесну масу и индекс телесне масе у односу на активне жене на стандардном режиму исхране. Број еритроцита и тромбоцита, као и LDL - холестерола показују ниже вредности код веганки у односу на контролну групу ($p < 0.01$). Показатељи функционалних способности кардиореспираторног система се не разликују код активних веганки и жена на стандардном режиму исхране.

Кључне речи: ВЕГАНСКА ИСХРАНА / КРВНА СЛИКА / ЛИПИДНИ ПРОФИЛ / ГВОЖЂЕ / ВИТАМИН Б12 / $VO_2\max$

Кореспонденција са аутором: Владимир Илић, E-mail: vladimir.ilic@dif.bg.ac.rs

УВОД

Веганска исхрана, осим што искључује све животињске намирнице, односно месо, рибу, млечне производе, јаја, па чак и мед, у својој основи представља посебну филозофију живота која подразумева алтруистички, хумани и етички однос према животној средини и заштити животиња.

До сада се истраживањима показало да дијете на биљној бази имају бројне здравствене бенефите. Тако вегетеријанци и вегани имају нижу стопу морталитета (Kahleova, Levin, & Barnard, 2017; Dinu, Abbate, Gensini, Casini, & Sofi, 2017), ређе обољевају од малигних болести (Dinu et al., 2017; Key, Appleby, Spencer, Travis, Roddam, & Allen, 2009), имају мањи ризик од настанка гојазности (Kahleova, Dort, Holubkov, & Barnard, 2018; Kahleova, Hlozkova, Fleeman, Fletcher, Holubkov, & Barnard; 2019). Такође, показало се да исхрана која искључује намирнице животињског порекла има позитивне ефекте на регулисање метаболичких обољења, као што су дијабетес и инсулинска резистенција (Kahleova et al., 2018; Kahleova et al., 2019; Barnard, Katcher, Jenkins, Cohen, & Turner-McGrievy, 2009). Вегани генерално имају нижи крвни притисак (Kahleova et al., 2017; Appleby, Davey, & Key, 2002), ниже вредности укупног и холестерола липопротеина ниске густине –LDL (Yokoyama, Levin, & Barnard, 2017; Fontana, Meyer, Klein, & Holloszy, 2007), те ређе обољевају од хипертензије (Kahleova et al., 2017; Appleby et al., 2002), коронарне болести срца и имају мањи ризик од настанка кардиоваскуларних болести (Kahleova et al., 2017; Yokoyama et al., 2017; Fontana et al., 2007).

Са друге стране, веганска исхрана може имати и неке негативне ефекте на здравствено стање. Конкретно, због искључивања намирница животињског порекла, вегани углавном имају ниже вредности цијанокобаламина (витамин Б12) (Gallego-Narbón, Zapatera, Barrios, & Vaquero, 2019; Clarys, Deriemaeker, & Hebbelinck, 2000). Такође, због нижих вредности липопротеина високе густине - HDL (Linsel-Nitschke & Tall, 2005) и виших вредности хомоцистеина у серуму (Gallego-Narbón et al., 2019; Elevated, Case, & Nineteen, 1997), што је показатељ дефицита витамина Б12 и фолне киселине, ризик од атеросклерозе код вегана може бити повећан.

Анализом доступне литературе може се уочити да постоји лимитиран број студија које су проучавале ефекте исхране на биљној бази на функционалне и моторичке способности физички активних испитаника. Две студије су показале да вегетеријанци који активно тренирају имају боље вредности функционалних способности кардиореспираторног система, односно максималне потрошње кисеоника у поређењу са спортистима на стандардном режиму исхране (Veleba, Matoulek, Hill, Pelikanova, & Kahleova, 2016; Lynch, Wharton, & Johnston, 2016). Са друге стране, Небл и сарадници (2019) нису утврдили бенефите веганске или вегетаријанске исхране на моторичке и функционалне способности.

С обзиром да се специфичне нутритивне навике и тренинг сматрају за најзначајније факторе који утичу на промене морфолошких и функционалних способности индивидуе, циљ овог истраживања је био да се испита утицај веганске исхране на хематолошке параметре, као и да се упореде функционалне способности кардиореспираторног система физички активних вегана и особа на стандардном режиму исхране.

МЕТОД

Узорак испитаника

Инклузивни критеријуми за учествовање у студији су били да су испитанице на веганском, односно стандардном режиму исхране најмање годину дана, као и да тренирају редовно у умереном и високом интензитету минимум 3 сата недељно неке од спортова, који се класификују по типу издржљивости.

Узорак испитаника обухватио је укупно 24 особе женског пола, подељене у две групе: експерименталну (11 веганки) и контролну групу (13 жена на стандардном режиму исхране). За процену нивоа физичке активности испитаника коришћен је IPAQ упитник (Vandelandotte, De Bourdeaudhuij, Philippaerts, Sjöström, & Sallis, 2005), док је за процену просечног дневног уноса макронутријената коришћен упитник (Heaney, Connor, Gifford, & Naughton, 2010). Групе испитаница су биле уједначене према полу, старости и недељном обиму физичке активности.

Експериментални протокол и процедуре мерења

Експериментални протокол реализован је у две сесије. Прва је обухватала узорковање крви, које је вршено у преподневним часовима, а испитанице су добиле неопходне инструкције о узимању хране и пића. Хематолошка анализа обухватила је:

1. комплетна крвна слика, мерена је на аутоматизованом хематолошком анализатору (CoulterHmX, Beckman Coulter, Miami, Florida);
2. липидни профил (Hitachi 911, Tokio, Japan)
3. витамин Б12 и гвожђе (F^{2+}) мерено радиоимуноесејском методом (Diagnostic Products Corp, USA).

Друга сесија обухватала је антропометријска мерења и мерења функционалних способности кардиореспираторног система. Од антропометријских варијабли мерена је телесна висина (антропометар по Мартину) и телесна маса (*Portabl* вага - Tanita Europe GmbH, Sindelfingen, Germany). Израчунавање индекса телесне масе (BMI) вршило се на основу формуле: $BMI (kg/m^2) = TM(kg) / TV(m^2)$.

За процену максималне потрошње кисеоника коришћен је субмаксимални Астрандов тест на бицикл-ергометру (*Kettler Ergometer E5 - Kettler, Germany*). За мерење максималних вредности срчане фреквенције и крвног притиска коришћен је РАМП континуирани протокол на бицикл-ергометру са иницијалним оптерећењем од 50W и инкрементима од 25W на 1 минут. Фреквенција срца мерена је пулсметром Polar RS400, а крвни притисак мерен гасним манометром (*Gimi, Italy*) индиректном аускултаторном методом.

Статистичка обрада података

Статистичка обрада вршена је у програмима Microsoft Excel 2010 и SPSS21.0. У оквиру дескриптивне статистике, користиле су се мере централне тенденције и дисперзије. За тестирање разлика између групе веганки и контролне групе у хематолошким параметрима, антропометријским карактеристикама и функционалним способностима кардиореспираторног система, коришћен је Т-тест за независне узорке. Ниво значајности утврђен је за $p < 0.05$.

РЕЗУЛТАТИ

Физичке карактеристике испитаника и њихов обим физичке активности приказане су у табели 1. Испитанице су биле уједначене по годинама, висини и нивоу укупне физичке активности.

Табела 1 Физичке карактеристике и обим физичке активности испитаница

Варијабле	Група веганки	Контролна група
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD
Године	34.18 $\pm$ 12.21	30.85 $\pm$ 10.95
TV (cm)	166.45 $\pm$ 7.65	169.92 $\pm$ 5.81
TM (kg)	53.98 $\pm$ 5.85 **	62.82 $\pm$ 4.73
BMI (kg/m ²)	19.55 $\pm$ 1.92**	21.62 $\pm$ 1.33
MET (mlO ₂ /kg/min)	5612 $\pm$ 3252	5537 $\pm$ 2379

Легенда: Mean – аритметичка средина; SD – стандардна девијација; TV – телесна висина; TM – телесна маса; BMI – индекс телесне масе; MET – метаболички еквивалент; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Иако је просечан дневни енергетски унос нешто нижи у групи веганки (-157,52 Kcal/дан, $p > 0.05$), однос макронутријената у исхрани показује да веганке уносе значајно већу количину угљених хидрата у односу на контролну групу (Табела 2).

Табела 2 Нутритивни унос испитаница

Варијабле	Група веганки		Контролна група	
	Mean $\pm$ SD	Релативне вредности	Mean $\pm$ SD	Релативне вредности
Енергетски унос (Kcal)	228.35 $\pm$ 88.68	-	2385.77 $\pm$ 290.44	-
Угљ. хидрати (g, g/kg)	361.95 $\pm$ 20.46	6,78 $\pm$ 0,80**	310 $\pm$ 32.93	4.96 $\pm$ 0.65
Масти (g, g/kg)	52.39 $\pm$ 7.71	0.98 $\pm$ 0.19*	79.31 $\pm$ 15.70	1.73 $\pm$ 0.29
Протеини (g, g/kg)	77.27 $\pm$ 10,76	1.45 $\pm$ 0.29**	108 $\pm$ 14.54	1.28 $\pm$ 0.31
Влакна (g, g/kg)	52.45 $\pm$ 10,91	0.97 $\pm$ 0.20**	31 $\pm$ 9.30	0.50 $\pm$ 0.16

*p<0,05; ** p<0,01

Удео угљених хидрата, масти и протеина, посматрано у целокупном дневном уносу код веганки био је 65, 21.1 и 13.9%, док је код контролне групе износио 52, 29.9 и 18.1 %, респективно.

Праћене хематолошке варијабле указују да веганке мају ниже вредности еритроцита, хемоглобина и хематокрита, док у оквиру липидног профила само LDL показује ниже вредности у односу на контролну групу (Табела 3).

Табела 3 Хематолошки параметри веганки и жена на стандардном режиму исхране

	Варијабле	Референтна вредност	Група веганки (Mean $\pm$ SD)	Контролна група (Mean $\pm$ SD)
Крвна слика	WBC ($\times 10^9/L$)	4.0 - 10	5.48 $\pm$ 1.40	6.34 $\pm$ 1.45
	RBC ($\times 10^{12}/L$)	4.5 - 5.2	4.39 $\pm$ 0.43 *	4.73 $\pm$ 0.35
	Hb (g/l)	115 - 160	131.36 $\pm$ 11.78 *	138.46 $\pm$ 7.80
	Hct (l/l)	0.42 - 0.53	0.41 $\pm$ 0.04 *	0.43 $\pm$ 0.03
	MCV (fl)	83 - 97	92.71 $\pm$ 2.85 *	89.66 $\pm$ 3.77
	MCH (pg)	27 - 33	30.35 $\pm$ 1.29	30.05 $\pm$ 1.57
	MCHC (g/l)	320 - 360	327 $\pm$ 11 **	337.54 $\pm$ 7.28
	PLT ($\times 10^9/L$)	158 - 424	228 $\pm$ 38 **	291.25 $\pm$ 39.27
	Fe ²⁺ (μ mol/l)	9 - 30.4	20.45 $\pm$ 5.01	21.73 $\pm$ 4.88
	B ₁₂ (pmol/L)	145 - 637	410 $\pm$ 225	565.43 $\pm$ 150.19
Липидни профил	Hol (mmol/l)	3.1 - 5.2	4.07 $\pm$ 0.81	4.75 $\pm$ 0.94
	HDL (mmol/l)	1 - 1.6	1.72 $\pm$ 0.63	1.40 $\pm$ 0.33
	LDL (mmol/l)	0 - 3.4	1.97 $\pm$ 0.79 *	2.95 $\pm$ 0.79
	Триглицериди (mmol/l)	0 - 1.7	0.75 $\pm$ 0.23	0.85 $\pm$ 0.32
	Индекс атеросклерозе	0 - 3	1.38 $\pm$ 0.82	2.16 $\pm$ 0.60
	Фактор ризика	0 - 4.5	2.58 $\pm$ 0.86	3.45 $\pm$ 0.64

Легенда: mean – аритметичка средина; SD – стандардна девијација; WBC – леукоцити; RBC – еритроцити; Hb – хемоглобин; Hct – хематокрит (удео крвних зрнаца у укупном волумену крви); MVC – средњи волумен еритроцита; MCH – просечна количина хемоглобина у еритроциту; MCHC – средња концентрација хемоглобина у еритроцитима; PLT–тромбоцити; Fe²⁺ - гвожђе; B₁₂ – цијанокобаламина (витамин B12); Hol – холестерол; HDL - холестерол липопротеин високе густине; LDL - холестерол липопротеин ниске густине; *p<0.05; ** p<0.01

Нема значајних разлика у показатељима функционалних способности кардиореспираторног система мерених у мировању и током теста максималног оптерећења на бицикл-ергометру између две групе (Табела 4). Занимљиво је да физички активне веганке имају нешто веће вредности максималне потрошње кисеоника у односу на жене на стандардном режиму исхране ($\sim 7 \text{ ml/kg/min}$, $p > 0.05$).

Табела 4 Функционални одговори кардиореспираторног система на оптерећење

Варијабле	Група веганки (Mean $\pm$ SD)	Контролна група (Mean $\pm$ SD)
TA_SIS _{MIR} (mmHg)	118.90 $\pm$ 21.35	111.15 $\pm$ 8.70
TA_DIJ _{MIR} (mmHg)	76.60 $\pm$ 13.99	76.54 $\pm$ 5.16
HR _{MAX} (otk/min)	181.73 $\pm$ 13.79	175.31 $\pm$ 21.06
TA_SIS _{MAX} (mmHg)	146.45 $\pm$ 15.40	148.31 $\pm$ 14.74
TA_DIJ _{MAX} (mmHg)	76.36 $\pm$ 10.85	70.38 $\pm$ 4.31
VO _{2APS} (L/min)	3.25 $\pm$ 0.62	2.93 $\pm$ 0.63
VO _{2REL} (ml/kg/min)	54.70 $\pm$ 8.28	47.42 $\pm$ 12.21

Легенда: Mean – аритметичка средина; SD – стандардна девијација; TA_SIS_{MIR} – систолни притисак у мировању; TA_DIJ_{MIR} – дијастолни притисак у мировању; TA_SIS_{MAX} – максимални систолни притисак; TA_DIJ_{MAX} – максимални дијастолни притисак; VO_{2APS} – апсолутна потрошња кисеоника; VO_{2REL} – релативна потрошња кисеоника; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

ДИСКУСИЈА

Резултати ове студије су показали да веганке имају ниже вредности телесне масе и BMI у односу на жене на стандардном режиму исхране, као и да вегански начин исхране не утиче на функционалне способности кардиореспираторног система. Такође, посматране хематолошке варијабле указују на то да исхрана на искључиво биљној бази може утицати на параметаре црвене крвне лозе, LDL холестерола, као и на вредности витамина B₁₂.

Оптимална телесна тежина и одржавање вредности BMI у оквиру референтних (De Onis & Habicht, 1996) доводе се у везу са смањеним ризиком од настанка гојазности, кардиоваскуларних, метаболичких и других обољења (Flegal, Kit, Orpana, & Graubard, 2013). Са друге стране, ниске вредности BMI (испод 18.5 kg/m^2) могу указати на недовољан или неуравнотежен унос макро и микронутријената (малнутриција) што за последицу има поремећај здравственог стања и нарушену телесну композицију примарно услед смањења масе мишићног и коштаног ткива (Saunders, Smith, & Stroud, 2011). Вегани имају генерално мању телесну масу и BMI у односу на особе на стандардном режиму исхране (Kahleova et al., 2018, 2019). Мета-анализа Дину и сарадника (2017) која је обухватила анализу радова са укупним узорком од 8376 вегана показала је да ова популација има BMI нижи за 1.72 kg/m^2 у односу на особе на стандардном режиму. Ови резултати су у складу са резултатима добијеним у нашој студији, где веганке имају нижи BMI за 2.07 kg/m^2 ($p < 0.01$). Иако веганке имају значајно нижу телесну масу и BMI, посматране варијабле и даље остају у оквиру референтних вредности, па не можемо тврдити да вегански начин исхране може бити фактор ризика за настанак неухрањености.

Релативно мали број студија је пратио хематолошке варијабле и утицај различитих облика исхране на њихове вредности. Већина студија обављених на узорку вегетеријанаца и вегана је показала да су вредности хемоглобина (Waldmann, Koschizke, Leitzmann, Hahn, 2004; Haddad, Berk, Kettering, Hubbard, & Peters, 1999; Tong et al., 2019) броја еритроцита (Dong, & Scott, 1982), леукоцита и тромбоцита (Tong et al., 2019, Haddad et al., 1999) биле ниже у поређењу са особама на уобичајеном режиму исхране. Наши резултати су у складу са налазима добијеним у претходно поменутих студијама. С обзиром на релативно мали узорак и статистичку моћ у већини поменутих студија, не може се са сигурношћу тврдити да исхрана на биљној бази може бити фактор ризика за настанак анемије, имунодефицијенције и/или продуженог времена крварења које настају као последица панцитопеније. Ниже вредности еритроцита и концентрације хемоглобина у еритроцитима могу бити повезани са деструкцијом еритроцита услед интензивног, дуготрајног физичког напора и механичког стреса (Nieman, 1999; Telford, Sly, Hahn, Cunningham, Bryant, & Smith, 2003).

Оптималне концентрације липида у серуму доводе се у везу са смањеним ризиком од настанка кардиоваскуларних и метаболичких обољења (Castelli, 1996; Kuklina, Yoon, & Keenan, 2009). Претходна истраживања су показала позитивне ефекте исхране на биљној бази на липидни профил крви. Мета анализа Јокујаме и сарадника (2017) показала је да у односу на особе на стандардном режиму, вегетеријанци и вегани имају ниже вредности укупног холестерола, LDL-а, HDL-а, али не и триглицерида. Наша студија показала је да су код физички активних веганки само вредности LDL-а ниже у односу на контролну групу, као и да се све вредности параметара липидног профила крећу у оквиру референтних вредности (Fontana et al., 2007; Yokoyama et al., 2017).

Због високих концентрација фитата, танина и фосфата, те због нижих вредности гвожђа у намирницама биљног порекла, код вегана може постојати повећан ризик за настанак сидеропенијске анемије, која се одликује ниским бројем и волуменом еритроцита и ниском количином хемоглобина (Hazell, 1988). Међутим, наши резултати показују да, иако су неки параметри црвене крвне лозе нижи у односу на средње референтне вредности, оне и даље за већину испитаника остају у оквиру опсега референтних. Један од разлога може бити и висок унос витамина С, карактеристичног за веганску исхрану, који олакшава апсорпцију гвожђа. Дакле, на основу резултата наше студије, можемо да закључимо да је адекватне количине гвожђа могуће обезбедити и путем искључиво биљне хране.

Једна од карактеристика веганске исхране, коју наводи велики број студија, је дефицит витамина B_{12} у крви (Gilsing et al., 2010; Woo, Gallego-Narbón, 2019; Waldmann, Koschizke, Leitzmann, & Hahn, 2005). Супротно овим, наши резултати показали су нормалан ниво овог витамина у крви вегана. Међутим, анализом података о дневном уносу хранљивих материја, утврђено је да је 7 од 11 веганки користило суплементе витамина B_{12} . Даљом анализом, утврђено је да су веганке које нису користиле суплементе имале резултате овог витамина близу доње границе референтног интервала (195 ± 81.5 pmol/L), а код две веганке забележен је и његов дефицит (вредности мање од 145 pmol/L). С тим у вези, овај облик исхране може се навести као фактор ризика за дефицит витамина B_{12} , што имплицира модификацију дијете у смислу уноса намирница са већим садржајем овог витамина или додатну суплементацију.

Налази неколико студија које су се бавиле функционалним способностима кардиореспираторног система вегетеријанаца указују да они остварују знатно веће вредности максималне потрошње кисеоника у односу на особе на стандардном режиму исхране (Veleba et al., 2016; Lynch et al, 2016). Међутим, Небл и сар. (2019) испитујући функционалне способности кардиореспираторног система физички активних вегана, нису пронашли разлике између вегана, вегетеријанаца и особа на стандардном режиму исхране. У складу са налазима ове студије су и наши резултати. Високе вредности максималне потрошње кисеоника код веганки могу се објаснити факторима, као што су: висок унос угљених хидрата, нижи BMI, као и подаци да се веганке, које су учествовале у истраживању, углавном баве спортовима по типу издржљивости.

ЗАКЉУЧАК

Ова студија показала је да веганке имају значајно мању телесну масу и нижи индекс телесне масе. Код њих постоји тенденција ка нижим вредностима неких параметара крвне лозе, док од параметара липидног профила, једино LDL показује ниже вредности код веганки. Веганима се, у случају дефицита витамина B_{12} , препоручује његова суплементација с обзиром да се на тај начин најједноставније обезбеђују његове адекватне количине. Са друге стране, оптималне количине гвожђа вегани могу обезбедити и путем искључиво биљне хране, без додатне суплементације. Даље, иако веганке остварују нешто веће вредности максималне потрошње кисеоника, не може се са сигурношћу тврдити да је овај тип исхране погоднији за развој кардиореспираторне издржљивости. Будуће студије требало би да обухвате већи број испитаника оба пола, као и да се у анализи користе подаци везани за телесни састав испитаника.

НАПОМЕНА

Рад је део пројеката број 47015 и 41022, које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

1. Appleby, P. N., Davey, G. K., & Key, T. J. (2002). Hypertension and blood pressure among meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans in EPIC-Oxford. *Public health nutrition*, 5(5), 645-654.
2. Barnard, N. D., Katcher, H. I., Jenkins, D. J., Cohen, J., & Turner-McGrievy, G. (2009). Vegetarian and vegan diets in type 2 diabetes management. *Nutrition reviews*, 67(5), 255-263.
3. Castelli, W. P. (1996). Lipids, risk factors and ischaemic heart disease. *Atherosclerosis*, 124, S1-S9.
4. Clarys, P., Deriemaeker, P., & Hebbelinck, M. (2000). Physical fitness and health-related parameters in vegetarian and omnivorous students. *Nutrition & Food Science*, 30(5), 243-249.
5. De Onis, M., & Habicht, J. P. (1996). Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *The American journal of clinical nutrition*, 64(4), 650-658.
6. Dinu, M., Abbate, R., Gensini, G. F., Casini, A., & Sofi, F. (2017). Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes: a systematic review with meta-analysis of observational studies. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(17), 3640-3649.
7. Dong, A., & Scott, S. C. (1982). Serum vitamin B12 and blood cell values in vegetarians. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 26(4), 209-216.
8. Elevated, C., To, O., Case, D., & Nineteen, S. (1997). Plasma homocysteine as a risk factor for vascular disease. *Jama*, 277, 1775-1781.
9. Flegal, K. M., Kit, B. K., Orpana, H., & Graubard, B. φI. (2013). Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. *Jama*, 309(1), 71-82.
10. Fontana, L., Meyer, T. E., Klein, S., & Holloszy, J. O. (2007). Long-term low-calorie low-protein vegan diet and endurance exercise are associated with low cardiometabolic risk. *Rejuvenation research*, 10(2), 225-234.
11. Gallego-Narbón, A., Zapatera, B., Barrios, L., & Vaquero, M. P. (2019). Vitamin B 12 and folate status in Spanish lacto-ovo vegetarians and vegans. *Journal of nutritional science*, 8.
12. Gilsing, A. M., Crowe, F. L., Lloyd-Wright, Z., Sanders, T. A., Appleby, P. N., Allen, N. E., & Key, T. J. (2010). Serum concentrations of vitamin B12 and folate in British male omnivores, vegetarians and vegans: results from a cross-sectional analysis of the EPIC-Oxford cohort study. *European journal of clinical nutrition*, 64(9), 933.
13. Haddad, E. H., Berk, L. S., Kettering, J. D., Hubbard, R. W., & Peters, W. R. (1999). Dietary intake and biochemical, hematologic, and immune status of vegans compared with nonvegetarians. *The American journal of clinical nutrition*, 70(3), 586s-593s.
14. Heaney, S., O'Connor, H., Gifford, J., & Naughton, G. (2010). Comparison of strategies for assessing nutritional adequacy in elite female athletes' dietary intake. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 20(3), 245-256.
15. Hazell, T. (1988). Relating food composition data to iron availability from plant foods. *European journal of clinical nutrition*, 42(6), 509-517.
16. Huang, Y. W., Jian, Z. H., Chang, H. C., Nfor, O. N., Ko, P. C., Lung, C. C., ... & Liaw, Y. P. (2014). Vegan diet and blood lipid profiles: a cross-sectional study of pre and postmenopausal women. *BMC women's health*, 14(1), 55.
17. Kahleova, H., Dort, S., Holubkov, R., & Barnard, N. (2018). A Plant-Based High-Carbohydrate, Low-Fat Diet in Overweight Individuals in a 16-Week Randomized Clinical Trial: The Role of Carbohydrates. *Nutrients*, 10(9), 1302.
18. Kahleova, H., Hlozkova, A., Fleeman, R., Fletcher, K., Holubkov, R., & Barnard, N. D. (2019). Fat Quantity and Quality, as Part of a Low-Fat, Vegan Diet, Are Associated with Changes in Body Composition, Insulin Resistance, and Insulin Secretion. A 16-Week Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 11(3), 615.
19. Kahleova, H., Levin, S., & Barnard, N. (2017). Cardio-metabolic benefits of plant-based diets. *Nutrients*, 9(8), 848.
20. Key, T. J., Appleby, P. N., Spencer, E. A., Travis, R. C., Roddam, A. W., & Allen, N. E. (2009). Cancer incidence in vegetarians: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-Oxford). *The American journal of clinical nutrition*, 89(5), 1620S-1626S.
21. Kuklina, E. V., Yoon, P. W., & Keenan, N. L. (2009). Trends in high levels of low-density lipoprotein cholesterol in the United States, 1999-2006. *JAMA*, 302(19), 2104-2110.
22. Linsel-Nitschke, P., & Tall, A. R. (2005). HDL as a target in the treatment of atherosclerotic cardiovascular disease. *Nature reviews Drug discovery*, 4(3), 193.
23. Lynch, H., Wharton, C., & Johnston, C. (2016). Cardiorespiratory fitness and peak torque differences between vegetarian and omnivore endurance athletes: A cross-sectional study. *Nutrients*, 8(11), 726.
24. Nebl, J., Haufe, S., Eigendorf, J., Wasserfurth, P., Tegtbur, U., & Hahn, A. (2019). Exercise capacity of vegan, lacto-ovo-vegetarian and omnivorous recreational runners. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 23.

25. Nieman, D. C. (1999). Physical fitness and vegetarian diets: is there a relation?. *The American journal of clinical nutrition*, 70(3), 570s-575s
26. Saunders, J., Smith, T., & Stroud, M. (2011). Malnutrition and undernutrition. *Medicine*, 39(1), 45-50.
27. Stone, N. J. (1994). Secondary causes of hyperlipidemia. *Medical Clinics of North America*, 78(1), 117-141.
28. Telford, R. D., Sly, G. J., Hahn, A. G., Cunningham, R. B., Bryant, C., & Smith, J. A. (2003). Footstrike is the major cause of hemolysis during running. *Journal of Applied Physiology*, 94(1), 38-42.
29. Tong, T. Y., Key, T. J., Gaitskell, K., Green, T. J., Guo, W., Sanders, T. A., & Bradbury, K. E. (2019). Hematological parameters and prevalence of anemia in white and British Indian vegetarians and nonvegetarians in the UK Biobank. *The American journal of clinical nutrition*, 110(2), 461-472.
30. Vandelanotte, C., De Bourdeaudhuij, I., Philippaerts, R., Sjöström, M., & Sallis, J. (2005). Reliability and validity of a computerized and Dutch version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *Journal of physical activity and health*, 2(1), 63-75.
31. Veleba, J., Matoulek, M., Hill, M., Pelikanova, T., & Kahleova, H. (2016). "A Vegetarian vs. Conventional Hypocaloric Diet: The Effect on Physical Fitness in Response to Aerobic Exercise in Patients with Type 2 Diabetes." A Parallel Randomized Study. *Nutrients*, 8(11), 671.
32. Waldmann, A., Koschizke, J. W., Leitzmann, C., & Hahn, A. (2004). Dietary iron intake and iron status of German female vegans: results of the German vegan study. *Annals of nutrition and metabolism*, 48(2), 103-108.
33. Waldmann, A., Koschizke, J. W., Leitzmann, C., & Hahn, A. (2005). German vegan study: diet, life-style factors, and cardiovascular risk profile. *Annals of nutrition and metabolism*, 49(6), 366-372.
34. Yokoyama, Y., Levin, S. M., & Barnard, N. D. (2017). Association between plant-based diets and plasma lipids: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition reviews*, 75(9), 683-698.