

# ХЕМАТОЛОШКИ СТАТУС И ФУНКЦИОНАЛНЕ СПОСОБНОСТИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОГ СИСТЕМА ФИЗИЧКИ АКТИВНИХ ВЕГАНКИ

Владимир Илић<sup>1</sup>, Слободанка Добријевић<sup>1</sup>, Немања Ребић<sup>2</sup>

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 B12 и гвожђе. Праћене су основне антропометријске варијабле, а за процену максималне потрошње кисеоника коришћен је субмаксимални Астрандов тест на бицикл ергометру. За мерење максималних 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 B12 /  $VO_{2max}$

## 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, & Hebbelinc, 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 Ergometar 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 <sup>2</sup> )	19.55 $\pm$ 1.92**	21.62 $\pm$ 1.33
MET (mlO <sub>2</sub> /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
Маси (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, маси 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 ± SD)	Контролна група (Mean ± SD)
Крвна слика	WBC (x 10 <sup>9</sup> /L)	4.0 - 10	5.48 ± 1.40	6.34 ± 1.45
	RBC (x 10 <sup>12</sup> /L)	4.5 - 5.2	4.39 ± 0.43 *	4.73 ± 0.35
	Hb (g/l)	115 - 160	131.36 ± 11.78 *	138.46 ± 7.80
	Hct (l/l)	0.42 - 0.53	0.41 ± 0.04 *	0.43 ± 0.03
	MCV (fl)	83 - 97	92.71 ± 2.85 *	89.66 ± 3.77
	MCH (pg)	27 - 33	30.35 ± 1.29	30.05 ± 1.57
	MCHC (g/l)	320 - 360	327 ± 11 **	337.54 ± 7.28
	PLT (x 10 <sup>9</sup> /L)	158 - 424	228 ± 38 **	291.25 ± 39.27
	Fe <sup>2+</sup> (μmol/l)	9 - 30.4	20.45 ± 5.01	21.73 ± 4.88
	B <sub>12</sub> (pmol/L)	145 - 637	410 ± 225	565.43 ± 150.19
Липидни профил	Hol (mmol/l)	3.1 - 5.2	4.07 ± 0.81	4.75 ± 0.94
	HDL (mmol/l)	1 - 1.6	1.72 ± 0.63	1.40 ± 0.33
	LDL (mmol/l)	0 - 3.4	1.97 ± 0.79 *	2.95 ± 0.79
	Триглицериди (mmol/l)	0 - 1.7	0.75 ± 0.23	0.85 ± 0.32
	Индекс атеросклерозе	0 - 3	1.38 ± 0.82	2.16 ± 0.60
	Фактор ризика	0 - 4.5	2.58 ± 0.86	3.45 ± 0.64

Легенда: mean – аритметичка средина; SD – стандардна девијација; WBC – леукоцити; RBC – еритроцити; Hb – хемоглобин; Hct – хематокрит (удео крвних зрнаца у укупном волумену крви); MCV – средњи волумен еритроцита; MCH – просечна количина хемоглобина у еритроциту; MCHC – средња концентрација хемоглобина у еритроцитима; PLT – тромбоцити; Fe<sup>2+</sup> – гвожђе; B<sub>12</sub> – цијанокобаламина (витамин Б12); 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 (~7 ml/kg/min, p>0.05).

Табела 4 Функционални одговори кардиореспираторног система на оптерећење

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

Легенда: Mean – аритметичка средина; SD – стандардна девијација; TA\_SIS<sub>MIR</sub> – систолни притисак у мировању; TA\_DIJ<sub>MIR</sub> – дијастолни притисак у мировању; TA\_SIS<sub>MAX</sub> – максимални систолни притисак; TA\_DIJ<sub>MAX</sub> – максимални дијастолни притисак; VO<sub>2APS</sub> – апсолутна потрошња кисеоника; VO<sub>2REL</sub> – релативна потрошња кисеоника; \*p<0,05; \*\* p<0,01

## ДИСКУСИЈА

Резултати ове студије су показали да веганке имају ниже вредности телесне масе и ВМІ 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  $B_{12}$ .

Оптимална телесна тежина и одржавање вредности ВМІ 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 ВМІ (испод  $18,5 \text{ kg/m}^2$ ) 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 ВМІ 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 ВМІ нижи за  $1.72 \text{ kg/m}^2$  у односу на особе на стандардном режиму. Ови резултати су у складу са резултатима добијеним у нашој студији, где веганке имају нижи ВМІ за  $2.07 \text{ kg/m}^2$  ( $p < 0.01$ ). Иако веганке имају значајно нижу телесну масу и ВМІ, 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 интезивног, 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 нском 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 испитаница 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 ( $195 \pm 81.5 \text{ pmol/L}$ ), а код две веганке забележен је и његов дефицит (вредности мање од  $145 \text{ pmol/L}$ ). 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, Небли 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 ВМІ, 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 параметрара 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 обезбеди-

ти 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.

## Сукоби интереса

Аутори изјављују да нема сукоба интереса у вези са објављивањем овог чланка.

## 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). Foot-

- strike 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, lifestyle 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.

Примљен: 03.04. 2020.  
Прихваћен: 28.04. 2020.  
Online објављен: 07.09. 2020.



# HEMATOLOGICAL STATUS AND FUNCTIONAL ABILITIES OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM OF PHYSICALLY ACTIVE FEMALE VEGANS

## EL ESTATUTO HEMATOLOGICO DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA CARDIORESPIRATORIO DE LAS FISICAMENTE ACTIVAS VEGANAS

Vladimir Ilić<sup>1</sup>, Slobodanka Dobrijević<sup>1</sup>, Nemanja Rebić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Sport and Physical Educatio, University of Belgrade, Serbia

<sup>2</sup>Faculty of Sport and Physical Educatio, University of Belgrade, student of OAS, Serbia

### Abstract

The aim of this study was to examine the influence of vegan diet on hematological parameters, and to compare the functional abilities of the cardiorespiratory system of vegans and counterparts on a standard diet. The sample consisted of 24 females, divided into two groups: 11 vegans and 13 women on a standard diet. Assessment of the level of physical activity of the participants was estimated by the standard IPAQ questionnaire. Hematological analysis included: complete blood count, blood lipid profile, vitamin B12 and iron. Basic anthropometric variables were monitored, and a submaximal Astrand test on a bicycle ergometer was used to estimate maximal oxygen consumption. The RAMP continuous protocol was used to measure the maximum values of heart rate and blood pressure. The results showed that active vegans have a significantly lower body weight and body mass index compared to active women on a standard diet. The number of erythrocytes and platelets, as well as LDL - cholesterol show lower values in vegans compared to the control group ( $p < 0.01$ ). Indicators of the functional abilities of the cardiorespiratory system do not differ between active vegans and women on a standard diet.

**Keywords:** VEGAN DIET / BLOOD TEST / LIPID PROFILE / IRON / VITAMIN B12 /  $VO_2$ max

### Extracto

El motivo principal de esta obra es evaluar la influencia de alimento vegano en los parametros hematologicos y otros muy importantes de las veganas y las que estan en el regimen normal de la alimentacion. Fueron evaluadas las 24 personas femeninas divididas en dos grupos: 11 veganas y 13 mujeres del tipo de alimentacion estandar. La evaluacion era medida por el IPAQ cuestionario estandarizado. La analisis hematologica incluida una analisis hematologica completa, los parametros lipidos de sangre, las vitaminas B12 y el hierro. Eran evaluadas las variables antropometricas y para la evaluacion del maximo uso del oxigeno utilizaban un test submaximo del Astrando. Para la evaluacion de maxima frecuencia cardiaca y el estatus hematologico utilizaban RAMP protocolo continuado. Los resultados demostraron que las veganas activas tienen el peso menor al contrario de las mujeres activas en la alimentacion estandar. El numero de los eritrocitos y los trombocitos como y LDL - colesterol demuestran las medidas menores en las veganas al contrario del grupo control. Las evaluaciones de las capacidades funcionales del sistema cardiorespiratorio no demuestran significantes variables entre las veganas y las mujeres en la alimentacion estandar.

**Palabras claves:** LA ALIMENTACION VEGANA / ESTATUS HEMATOLOGICO / PROFIL LIPIDO / IRONO / VITAMINA B12 /  $VO_2$ max

## INTRODUCTION

The vegan diet, except that excludes all animal foods, i.e. meat, fish, dairy products, eggs and even honey, is basically a special philosophy of life that includes an altruistic, humane and ethical attitude towards the environment and animal protection.

Previous studies have shown that plant-based diets have a number of health benefits. Thus, vegetarians and vegans have a lower mortality rate (Kahleova, Levin, & Barnard, 2017; Dinu, Abbate, Gensini, Casini, & Sophie, 2017), are less likely suffer from malignant diseases (Dinu et al., 2017; Key, Appleby, Spencer, Travis, Roddam, & Allen, 2009), have a lower risk for developing obesity (Kahleova, Dort, Holubkov, & Barnard, 2018; Kahleova, Hlozkova, Fleeman, Fletcher, Holubkov, & Barnard; 2019). Also, a diet that excludes animal foods of has been shown to have positive effects on the regulation of metabolic diseases, such as diabetes and insulin resistance (Kahleova et al., 2018; Kahleova et al., 2019; Barnard, Katcher, Jenkins, Cohen, & Turner-McGrievy, 2009). Vegans generally have lower blood pressure (Kahleova et al., 2017; Appleby, Davey, & Key, 2002), lower levels of total and low-density lipoprotein cholesterol-LDL (Yokoyama, Levin, & Barnard, 2017; Fontana, Meyer, Klein, & Holloszy, 2007) and are less likely to develop hypertension (Kahleova et al., 2017; Appleby et al., 2002), coronary heart disease and have a lower risk of cardiovascular disease (Kahleova et al., 2017; Yokoyama et al., 2017; Fontana et al., 2007).

On the other hand, vegan diet can have some negative effects on health. In particular, due to the exclusion of animal food, vegans generally have lower levels of cyanocobalamin (vitamin B12) (Gallego-Narbón, Zapatera, Barrios, & Vaquero, 2019; Clarys, Deriemaeker, & Hebbelinck, 2000). Also, due to lower values of high-density lipoprotein - HDL (Linsel-Nitschke & Tall, 2005) and higher values of serum homocysteine (Gallego-Narbón et al., 2019; Elevated, Case, & Nineteen, 1997), which is an indicator of deficiency of vitamins B12 and folic acid, the risk of atherosclerosis in vegans might be increased. The analysis of the available literature shows that there are a limited number of studies that have studied the effects of a plant-based diet on the functional and motor abilities of physically active subjects. Two studies have shown that physically active vegetarians have higher values of functional abilities

of the cardiorespiratory system, i.e. maximal oxygen consumption compared to athletes on a standard diet (Veleba, Matoulek, Hill, Pelikanova, & Kahleova, 2016; Lynch, Wharton, & Johnston, 2016). On the other hand, Nebl et al (2019) did not determine the benefits of a vegan or vegetarian diet on motor and functional abilities.

Given that specific nutritional habits and training are considered the most important factors influencing changes in the morphological and functional abilities of the individuals, the aim of this study was to examine the impact of vegan diet on hematological parameters, as well as to compare the functional abilities of the cardiorespiratory system of vegans and counterparts on a standard diet.

## METHODS

### Subjects

The inclusive criterion for participation in the study was that the subjects were on a vegan or standard diet for at least a year, as well as to train regularly in moderate and high intensity of at least 3 hours a week in some type of the endurance sports.

The sample consisted of a total of 24 females, divided into two groups: experimental (11 vegan) and control group (13 women on a standard diet). An IPAQ questionnaire was used to assess the level of physical activity (Vandelanotte, De Bourdeaudhuij, Philippaerts, Sjöström, & Sallis, 2005), while questionnaire was used to assess the average daily intake of macronutrients (Heaney, Connor, Gifford, & Naughton, 2010). The groups of participants were uniform according to gender, age and weekly volume of physical activity.

### Experimental protocol and measurement procedures

The experimental protocol was realized in two sessions. The first included blood sampling, which was performed in the morning, and the subjects received the necessary instructions on taking food and drinks. Haematological analysis included:

1. Complete blood count, measured on an automated haematology analyser (CoulterHmX, Beckman Coulter, Miami, Florida);
2. Lipid profile (Hitachi 911, Tokyo, Japan)

3. Vitamin B12 and iron (F2 +) measured by radioimmunoassay method (Diagnostic Products Corp, USA).

The second session included anthropometric measurements and measurements of the functional abilities of the cardiorespiratory system. From the anthropometric variables were measured body height (Martin`s Anthropometer) and body weight (Portable scales - Tanita Europe GmbH, Sindelfingen, Germany). The calculation of body mass index (BMI) was performed based on the formula:  $BMI (kg/m^2) = TM (kg) / TV (m^2)$ .

A submaximal Astrand test on a bicycle ergometer (Kettler Ergometer E5 - Kettler, Germany) was used to estimate the maximum oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ). To measure the maximal values of heart rate and blood pressure, the RAMP continuous protocol on a bicycle ergometer with an initial load of 50W and increments of 25W per 1 minute was used. Heart rate was measured using the Polar RS400 pulse meter, and blood pressure was measured with a gas manometer (Gimi, Italy) by an indirect auscultatory method.

### Statistical Analyses

Statistical processing was performed in Microsoft Excel 2010 and SPSS21.0. Central tendency and dispersion were used within the descriptive statistics. T-test for independent samples was used to test the differences between the vegan and the control group for haematological parameters, anthropometric characteristics and functional abilities of the

cardiorespiratory system. The level of significance was determined for  $p < 0.05$ .

## RESULTS

The physical characteristics of the participants and their weekly volume of physical activity are shown in Table 1. The participants were stratified by age, height and volume of physical activity.

**Table 1.** The physical characteristics and training volume

Variable	Vegans	Control group
	(Mean ± SD)	(Mean ± SD)
Age	34.18 ± 12.21	30.85 ± 10.95
BH (cm)	166.45 ± 7.65	169.92 ± 5.81
BM (kg)	53.98 ± 5.85 **	62.82 ± 4.73
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	19.55 ± 1.92**	21.62 ± 1.33
MET (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	5612 ± 3252	5537 ± 2379

**Legend:** SD – standard deviation; BH– body height; BM – body mass; BMI body mass index; MET – metabolic equivalent; \* $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$

Although the average daily energy intake was slightly lower in the group of vegans (-157.52 Kcal day,  $r > 0.05$ ), the ratio of macronutrients in the diet shows that vegans consume a significantly higher amount of carbohydrates compared to the control group (Table 2).

**Table 2.** Average daily energy intake

Variable	Vegans		Control group	
	mean ± SD	Relative value	mean ± SD	Relative value
Energy intake (Kcal)	2228.35 ± 88.68	-	2385.77 ± 290.44	-
Carbohydrates (g, g/kg)	361.95 ± 20.46	6,78 ± 0,80**	310 ± 32.93	4.96 ± 0.65
Fats (g, g/kg)	52.39 ± 7.71	0.98 ± 0.19*	79.31 ± 15.70	1.73 ± 0.29
Proteins (g, g/kg)	77.27 ± 10.76	1.45 ± 0.29**	108 ± 14.54	1.28 ± 0.31
Dietary fibers (g, g/kg)	52.45 ± 10.91	0.97 ± 0.20**	31 ± 9.30	0.50 ± 0.16

\* $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ .

Ratio of the carbohydrates, fats and proteins, observed in the total daily intake in vegans was 65, 21.1 and 13.9%, while in the control group it was 52, 29.9 and 18.1%, respectively ( $p < 0.05$ ).

The observed haematological variables indicate that vegans have lower values of erythrocytes, haemoglobin and haematocrit, while within the lipid profile only LDL showed lower values compared to the control group (Table 3).

**Table 3.** Hematological parameters

	Variable	Reference value	Vegans (mean ± SD)	Control group (mean ± SD)
Blood test results	WBC (x 10 <sup>9</sup> /L)	4.0 - 10	5.48 ± 1.40	6.34 ± 1.45
	RBC (x 10 <sup>12</sup> /L)	4.5 - 5.2	4.39 ± 0.43 *	4.73 ± 0.35
	Hb (g/l)	115 - 160	131.36 ± 11.78 *	138.46 ± 7.80
	Hct (l/l)	0.42 - 0.53	0.41 ± 0.04 *	0.43 ± 0.03
	MCV (fl)	83 - 97	92.71 ± 2.85 *	89.66 ± 3.77
	MCH (pg)	27 - 33	30.35 ± 1.29	30.05 ± 1.57
	MCHC (g/l)	320 - 360	327 ± 11 *	337.54 ± 7.28
	PLT (x 10 <sup>9</sup> /L)	158 - 424	228 ± 38 **	291.25 ± 39.27
	Fe <sup>2+</sup> (µmol/l)	9 - 30.4	20.45 ± 5.01	21.73 ± 4.88
B <sub>12</sub> (pmol/L)	145 - 637	410 ± 225	465.43 ± 150.19	
Lipid profile	Hol (mmol/l)	3.1 - 5.2	4.07 ± 0.81	4.75 ± 0.94
	HDL (mmol/l)	1 - 1.6	1.72 ± 0.63	1.40 ± 0.33
	LDL (mmol/l)	0 - 3.4	1.97 ± 0.79 *	2.95 ± 0.79
	Triglycerides (mmol/l)	0 - 1.7	0.75 ± 0.23	0.85 ± 0.32
	Atherosclerosis index	0 - 3	1.38 ± 0.82	2.16 ± 0.60
	Risk factor	0 - 4.5	2.58 ± 0.86	3.45 ± 0.64

**Legend:** SD – standard deviation; WBC – white blood cells; RBC – red blood cells; Hb – hemoglobin; Hct – haematocrit (proportion of blood cells in total blood volume); MVC – mean erythrocyte volume; MCH – average amount of haemoglobin in erythrocyte; MCHC – mean haemoglobin concentration in erythrocytes; Fe<sup>2+</sup> - iron; B<sub>12</sub> – cyanocobalamin (vitamin B12); Hol – cholesterol; HDL - high-density lipoprotein cholesterol; LDL - low-density lipoprotein cholesterol; \*p<0,05; \*\* p<0,01

There are no significant differences in the indicators of functional abilities of the cardiorespiratory system measured at rest and during the all-out test on a bicycle ergometer between the two groups (Table

4). Interestingly, physically active vegans presented slightly higher values of VO<sub>2</sub>max compared to women on a standard diet (~ 7 ml/kg/min, r>0.05).

**Table 4.** Functional abilities of the cardiorespiratory system

Variable	Vegans (mean ± SD)	Control group (mean ± SD)
TA_SIS <sub>MIR</sub> (mmHg)	118.90 ± 21.35	111.15 ± 8.70
TA_DIJ <sub>MIR</sub> (mmHg)	76.60 ± 13.99	76.54 ± 5.16
HR <sub>MAX</sub> (otk/min)	181.73 ± 13.79	175.31 ± 21.06
TA_SIS <sub>MAX</sub> (mmHg)	146.45 ± 15.40	148.31 ± 14.74
TA_DIJ <sub>MAX</sub> (mmHg)	76.36 ± 10.85	70.38 ± 4.31
VO <sub>2APS</sub> (L/min)	3.25 ± 0.62	2.93 ± 0.63
VO <sub>2REL</sub> (ml/kg/min)	54.70 ± 8.28	47.42 ± 12.21

**Legend:** SD – standard deviation; TA\_SIS<sub>MIR</sub> – resting systolic pressure; TA\_DIJ<sub>MIR</sub> – resting diastolic pressure; TA\_SIS<sub>MAX</sub> – maximum systolic pressure; TA\_DIJ<sub>MAX</sub> – maximum diastolic pressure; VO<sub>2APS</sub> – absolute oxygen consumption; VO<sub>2REL</sub> – relative oxygen consumption; \*p<0.05; \*\* p<0.01.

## DISCUSSION

The results of this study showed that vegans have lower body weight and BMI compared to women on a standard diet, and that the vegan diet does not affect the functional abilities of the cardiorespiratory system. Also, the observed haematological variables indicate that a plant based diet can affect the red blood cell parameters, LDL cholesterol, as well as level of vitamin B12.

Optimal body weight and maintenance of BMI within the reference values (De Onis & Habicht, 1996) are associated with a reduced risk of obesity, cardiovascular, metabolic and other diseases (Flegal, Kit, Orpana, & Graubard, 2013). On the other hand, low BMI values (below 18.5 kg/m<sup>2</sup>) may indicate insufficient or unbalanced intake of macro and micronutrients (malnutrition) which results in health disorders and impaired body composition primarily due to decreased muscle and bone mass (Saunders, Smith, & Stroud, 2011). Vegans generally have lower body weight and BMI compared to people on a standard diet (Kahleova et al., 2018, 2019). A meta-analysis by Dino et al. (2017) that included an analysis of scientific papers with a total sample of 8376 vegans showed that this population has a BMI lower by 1.72 kg/m<sup>2</sup> compared to individuals on the standard regimen. These results are consistent with the results obtained in our study, where vegans have a lower BMI of 2.07 kg/m<sup>2</sup> (p<0.01). Although vegans have significantly lower body weight and BMI, the observed variables still remain within the reference values, so we cannot claim that a vegan diet can be a risk factor for malnutrition.

A relatively small number of studies followed haematological variables and the influence of different forms of nutrition on their values. Most studies conducted on a sample of vegetarians and vegans have shown that haemoglobin (Waldmann, Koschizke, Leitzmann, Hahn, 2004; Haddad, Berk, Kettering, Hubbard, & Peters, 1999; Tong et al., 2019), erythrocyte (Dong, & Scott, 1982), leukocytes and platelets values (Tong et al., 2019, Haddad et al, 1999) were lower compared to individuals on a standard diet.

Our results are consistent with the findings obtained in the aforementioned studies. Given the relatively small sample and statistical power in most of the mentioned studies, it cannot be stated with

certainty that a plant-based diet may be a risk factor for anaemia, immunodeficiency and/or prolonged bleeding time resulting from pancytopenia. Lower erythrocyte values and haemoglobin concentrations in erythrocytes may be associated with erythrocyte destruction due to intense, prolonged physical exertion and mechanical stress (Nieman, 1999; Telford, Sly, Hahn, Cunningham, Bryant, & Smith, 2003).

Optimal serum lipid concentrations have been associated with a reduced risk of cardiovascular and metabolic diseases (Castelli, 1996; Kuklina, Yoon, & Keenan, 2009). Previous study has shown the positive effects of a plant-based diet on the blood lipid profile. A meta-analysis conducted by Yokoyama et al. (2017) showed that compared to people on a standard diet, vegetarians and vegans have lower values of total cholesterol, LDL, HDL, but not triglycerides. Our study revealed that in physically active vegans only LDL is lower than in the control group, and that other lipid profile parameters are within the reference values (Fontana et al., 2007; Yokoyama et al., 2017).

Due to high concentrations of phytate, tannin and phosphate, and due to lower levels of iron in plant foods, vegans may be at greater risk for sideropenic anaemia, which is characterized by low erythrocyte number and volume and low haemoglobin (Hazell, 1988). However, our results show that, although some red blood cell parameters are lower than the mean reference values, they still remain within the reference range for most subjects. One of the reasons may be the high intake of vitamin C, characteristic of the vegan diet, which facilitates the absorption of iron. Therefore, based on the results of our study, we can conclude that adequate amounts of iron can be provided exclusively through plant foods. One of the characteristics of the vegan diet, presented in numerous studies, is vitamin B12 deficiency in the blood (Gilsing et al., 2010; Woo, Gallego-Narbón, 2019; Waldmann, Koschizke, Leitzmann, & Hahn, 2005). In contrast, our results showed normal levels of this vitamin in the bloodstream of vegans. However, analysis of daily nutrient intake data revealed that 7 of 11 vegans have used vitamin B12 supplements. In further analysis, it was found that vegans who did not use supplements had a vitamin B12 level close to the lower limit of the reference interval (195 ± 81.5 pmol/L), while in another two vegans is noted B12 deficiency (values of less than 145 pmol/L). In this regard, this form of diet can be a risk factor for vitamin



B12 deficiency, which implies modification of the diet in terms of intake of foods with a higher content of this vitamin or additional supplementation.

The findings of several studies that have addressed the functional abilities of the cardiorespiratory system of vegetarians indicate that they achieve significantly higher values of  $VO_2$ max compared to people on a standard diet (Veleba et al., 2016; Lynch et al, 2016). However, Nebl et al. (2019) examining the functional abilities of the cardiorespiratory system of physically active vegans, did not find differences between vegans, vegetarians and people on a standard diet. Our results are in line with the findings of this study. The higher  $VO_2$ max in vegans can be explained by factors such as high carbohydrate intake, lower BMI and fact that vegans who participated in the research were mainly engaged in endurance sports.

## CONCLUSION

This study showed that female vegans have significantly lower body weight and BMI compared to omnivorous. In female vegans, there is a tendency towards lower values of some blood cell parameters, while from the parameters of the lipid profile, only LDL shows lower values. In term of vitamin B12 deficiency, vegans are recommended to supplement it, since this is the easiest way to provide its adequate amounts. On the other hand, vegans can provide optimal amounts of iron entirely through plant foods, without additional supplementation. Furthermore, although vegans achieve slightly higher values of  $VO_2$ max, it cannot be said with certainty that this type of diet is more suitable for the development of cardiorespiratory endurance. Future studies should include a larger number of participants of both sexes and complete body composition analysis.

### Acknowledgement

This paper is part of projects number 47015 and 41022, which is financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

### Conflicts of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper

## REFERENCES

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.

Received: 03. 04. 2020

Accepted: 28.04. 2020

Published Online First: 07.09. 2020