



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA, ANIMALI, ALIMENTI,
RISORSE NATURALI E AMBIENTE**

Corso di Laurea in Scienze e Cultura della Gastronomia

Tesi di laurea Triennale

**Profilo nutrizionale della dieta vegana e benefici sulla
sindrome metabolica**

**Nutritional value of vegan diet and benefits on the
metabolic syndrome**

Relatore:

Dott.ssa Sara Pegolo

Laureanda:

Emma Positello

Matricola: 2017492

Anno Accademico 2022/2023

INDICE

INTRODUZIONE.....	3
CAPITOLO 1.....	5
1.1 LE DIETE PLANT-BASED	5
1.2. LA DIETA VEGANA.....	9
1.3 APPORTO ENERGETICO.....	11
1.3.1 CARBOIDRATI E FIBRE	12
1.3.2 LIPIDI	14
1.3.3 PROTEINE.....	15
1.3.4 VITAMINE	16
Vitamina A.....	16
Complesso Vitamine B.....	16
Vitamina C.....	17
Vitamina D.....	17
Vitamina E.....	18
Ferro.....	18
Zinco e Calcio	19
Fosforo.....	20
Potassio e Sodio	20
Iodio.....	20
Magnesio	20
Selenio e Rame.....	21
Folato	21
1.4 PUNTI DI FORZA E DEBOLEZZA DELLA DIETA VEGANA	22
CAPITOLO 2.....	28
2.1 LA SINDROME METABOLICA	28
2.2 ALTERAZIONI INDOTTE DALLA SINDROME METABOLICA.....	32
2.2.1 INFIAMMAZIONE DI BASSO GRADO	32
2.2.2 LA DIETA VEGANA E GLI EFFETTI SULL'INFIAMMAZIONE.....	35
2.3 DIETA VEGANA E RISCHIO CARDIOVASCOLARE.....	36
2.4 DIETA VEGANA, OBESITA' CENTRALE E CIRCONFERENZA DELLA VITA .	40

2.5 DIETA VEGANA E PRESSIONE SANGUIGNA.....	42
2.6 METABOLISMO LIPIDICO	43
2.7 GLICEMIA	46
2.8 NUTRIENTI CON EFFETTI BENEFICI SUI PARAMETRI DELLA SINDORME METABOLICA	48
CONCLUSIONI	51

RIASSUNTO

La dieta vegana è caratterizzata dall'esclusione dei prodotti animali e di tutti i loro derivati. Se ben bilanciata e varia, può aiutare a raggiungere e mantenere uno stato di salute ottimale. Evidenze scientifiche hanno dimostrato che la dieta vegana sembrerebbe ridurre il rischio di sviluppare la sindrome metabolica, caratterizzata da obesità centrale, dislipidemia, diabete mellito di tipo 2, un basso HDL-C e alti trigliceridi, intolleranza al glucosio e pressione sanguigna alta.

L'obiettivo di questa tesi è di analizzare il profilo nutrizionale delle diete vegane, concentrandosi sull'apporto di macro e micronutrienti facendo riferimento alle raccomandazioni dell'organizzazione mondiale della salute (World Health Organization- WHO) e i benefici di questo tipo di alimentazione sulla sindrome metabolica.

In conclusione, le diete vegane sono caratterizzate da una minor assunzione di proteine rispetto a tutte le altre diete. Esse sono associate ad un minor apporto di B12, zinco, selenio e calcio. Questi micronutrienti se integrati in modo corretto non causano carenze nutrizionali.

L'alimentazione vegana può giocare un ruolo protettivo nella sindrome metabolica attraverso diverse proprietà dietetiche: basso apporto calorico, basso livello di acidi grassi saturi, alto contenuto di fibre, elevato apporto di frutta e verdura, eliminazione della consumazione di carne, assenza di ferro eme. Sono comunque necessari ulteriori studi per confermare l'effetto benefico della dieta vegana sul rischio di sviluppare la sindrome metabolica e le condizioni ad essa associate.

ABSTRACT

The vegan diet is associated to the exclusion of animal- and all their by-products. If it is well balanced and varied, can help in achieving and maintaining an optimal health status. Scientific evidences seemed to show that this diet is associated with a reduced risk of developing the metabolic syndrome (MetS), characterized by central obesity, dyslipidemia, glucose intolerance, low HDL-C, high TG (triglycerides) and BP (blood pressure) e TMD2.

The aim of this thesis is to analyze the vegan diets' adequacy, focused on their macro- and micronutrient intakes compared to WHO recommendations and the benefits of this type of diet on the MetS.

Vegan diets are lower in protein intake compared with all other diet types. They are associated with low intake of vitamins B12, zinc, calcium and selenium). These micronutrients, if well integrated, are not cause of nutritional deficiencies.

Vegan food can play a protective role against Mets through different dietary properties: low caloric intake, low saturated fatty acids level, high fibers content, high intake of fruit and vegetables, elimination of meat consumption, no heme iron. Further studies are however needed to confirm the benefic effects of the vegan diet on the reduction of the risk for developing the metabolic syndrome.

INTRODUZIONE

La dieta vegana è collegata a benefici salutari e ambientali.

Essa ha dimostrato di migliorare i fattori di rischio cardio metabolico e ridurre il peso del corpo, prevenire e trattare il diabete di tipo 2, e abbassare il rischio di cancro e aumentare la possibilità di remissione e sopravvivenza in seguito a una diagnosi di cancro.

La dieta vegana è ritenuta la dieta più etica, dovuta a benefici di benessere animale e riduzione dell'impatto ambientale. Di conseguenza, i consumatori stanno optando sempre di più per una dieta vegana.

La consumazione di carne è aumentata di 3 volte e quella del latte è raddoppiata rispetto a 50 anni fa. Tutto ciò ha influenzato negativamente l'ambiente, includendo la distruzione di ecosistemi nativi per incrementare il bestiame e la coltivazione di materia prima per questi animali.

La domanda di carne e il bestiame stesso contribuiscono all'emissione di gas serra, come diossido di carbonio, metano e ossido nitroso. Inoltre, la maggior parte di inquinamento da azoto nelle acque è dovuto a fonti di proteina di origine animale e a pratiche inefficienti di agricoltura, che portano a pioggia acida e a fioriture algali tossiche che causano zone acquatiche prive di vita.

Secondo la EAT-Lancet Commission, il passaggio ad uno stile di dieta salutare e sostenibile entro il 2050 porterebbe ad una riduzione globale di carne rossa del 50% e ad un incremento del 100% di consumazione di noci, frutta, verdura e legumi. Optando per una dieta plant-based, in cui è compresa anche quella vegana, vi sarebbe una riduzione globale del tasso di mortalità dal 6% al 10% e prematura del 18%-24% seguendo una dieta vegana (1).

La dieta vegana porta quindi ad un'aspettativa di vita più lunga, a minor insorgenza di malattie, minor allevamenti e surriscaldamento globale (Figura 1).

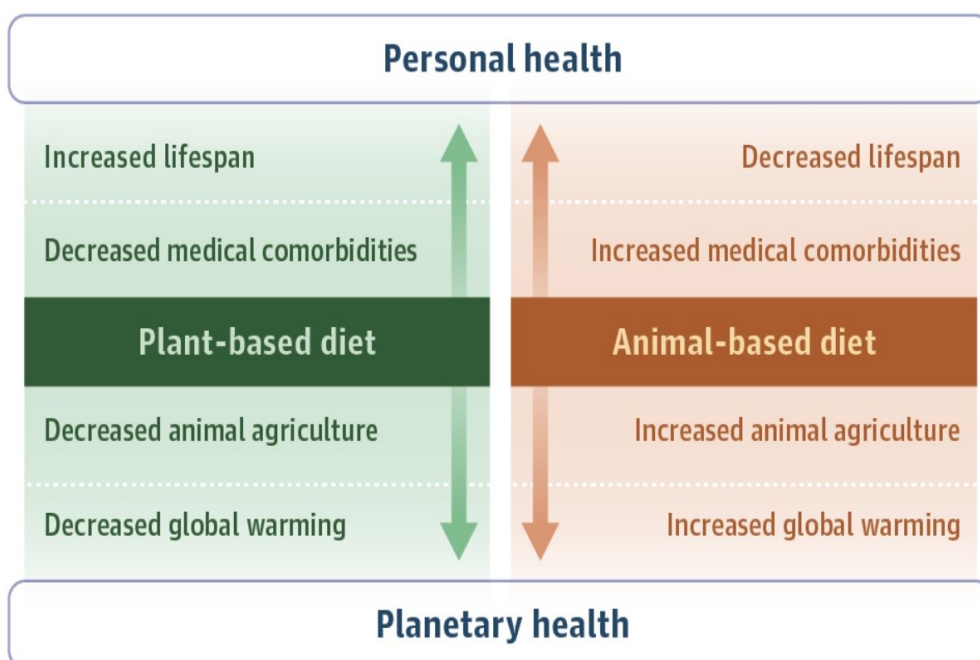


Figura 1: Personal and Planetary Health and Food Choices (2).

Anche se questo è un cambiamento dinamico, un processo a lungo termine che è caratterizzato da steps di iniziazione e mantenimento. L'iniziazione di un nuovo comportamento nasce da aspettative riguardanti i risultati percepiti, mentre il mantenimento se i risultati conseguiti sono sufficientemente positivi.

I modelli comportamentali impongono che l'iniziazione sia determinata non solo dalle aspettative di risultato, ma anche dall'approvazione sociale e dalle percezioni di fiducia nell'abilità di ognuno di adottare con successo un cambiamento nella dieta. Infatti, uno studio suggerisce che la difficoltà percepita di rinunciare alla carne è la barriera più grande per diventare vegani (3).

Teorie di un mantenimento comportamentale, invece, sottolineano l'importanza di fattori tali come una continua autoregolazione dietetica e ambienti di supporto fisico e sociale per sostenere un cambiamento dietetico.

CAPITOLO 1

1.1 LE DIETE PLANT-BASED

La dieta vegana è un regime alimentare che prevede l'astensione da tutti i tipi di prodotti di origine animale, non consumando nemmeno i loro prodotti (latte, latticini, uova e miele), e prevede quindi l'assunzione esclusiva di alimenti vegetali.

Essa è compresa tra le diete plant-based: caratterizzate da un'alimentazione non solo basata su piante e vegetali ma riguarda anche alimenti non processati a livello industriale, sani, senza aggiunta di additivi e non trattati. È uno stile alimentare che punta tutto sulla salute.

Le diete plant-based sono classificate in 6 categorie: vegana, appunto, vegana cruda, vegetariana, latte-vegetariana, ovo-vegetariana e latte-ovo-vegetariana.

La dieta vegana cruda include prodotti crudi con una media del 75%-85% di cibo crudo e comprende frutta, verdura, ortaggi, noci e semi.

Quella vegetariana è caratterizzata dal non consumare prodotti animali, inclusa la carne, pollame, pesce e frutti di mare.

La dieta latte-vegetariana invece comprende i latticini, ovo-vegetariana include il consumo di uova nella dieta.

Altre diete facenti parte dell'alimentazione plant-based sono le diete pescetariane che comprendono il consumo di pesce e i flexitarieni che rappresentano una dieta semi-vegetariana nella quale l'assunzione di prodotti animali è limitata in qualche porzione a settimana.

Anche se i principali modelli di dieta plant-based sono tre: latte-ovo-vegetariana, vegana e pesce vegetariana.

In particolare, la dieta latte-ovo-vegetariana (LOV) esclude tutti i tipi di carne ma include formaggio e vari latticini, uova, miele e tutti i prodotti di origine vegetale; è associata ad una significativa riduzione di incidenza del diabete

mellito di tipo 2 (T2DM) e si è rivelata protettiva per entrambi i soggetti di colore e non, rispetto agli onnivori.

I soggetti che seguono una dieta LOV mostrano valori più bassi di pressione arteriosa sistolica (SBP) e pressione arteriosa diastolica (DBP) rispetto agli onnivori.

Mentre la dieta pesco-vegetariana ha un più basso BMI (Body Mass Index – indice di massa corporea) e apporto di energia totale, e una miglior qualità nutrizionale degli onnivori. Essa riduce anche il rischio di sviluppare malattie cardiovascolari come ischemia miocardica, infarto e arresto cardiaco. Infatti, il pesce ed i frutti di mare sono ricchi di acidi grassi omega 3, gruppo delle vitamine B, zinco, iodio, selenio, calcio e magnesio che sono elementi fondamentali cardioprotettivi (4).

Le diete plant-based sono classificate secondo la qualità e la frequenza di assunzione di cibo di origine animale, piuttosto che la qualità e la frequenza di consumazione di cibo di origine vegetale.

Inoltre, va evidenziato che il termine “PBD” (plant-based diet) non include, come già citato, tutti i prodotti di origine animale e nemmeno cereali raffinati, snacks, pasticcini o bevande zuccherate che sono dannosi alla salute. Per definire PBD come salutare bisogna promuovere l’apporto di cereali integrali, frutta, verdura, legumi e oli vegetali non idrogenati, come l’olio extra vergine d’oliva.

La sostituzione di certi alimenti di origine animale aiuta a ridurre l’assunzione di componenti dannosi presenti nelle carni rosse e processate, come l’eccessivo sodio, ferro eme, nitrati e nitriti, conseguenza di insorgenza di rischio di malattie cardiovascolari e sindrome metabolica.

Vi è una crescita nell’interesse di intraprendere diete plant-based per varie ragioni, includendo il fatto che sono ecologiche, causano meno inquinamento e tendono a proteggere le risorse naturali.

Le linee guida dietetiche del comitato consultivo nel 2015 hanno analizzato il collegamento tra i modelli di cibo e l’impatto ambientale sottolineando: “un’evidenza consistente indica che, in generale, un modello dietetico che

ha un alto contenuto di verdura, frutta, cereali integrali, legumi, noci e semi e povero in alimenti di origine animale promuove più salutarità ed è associato ad un impatto ambientale più basso (gas serra, consumazione di energia, suolo, acqua)". Questo comitato inoltre dimostra che gli schemi dietetici che promuovono la salute migliorano anche l'impatto ambientale e, tra questi vi sono la dieta mediterranea, plant-based, vegana e altri tipi (5).

È risaputo che l'abilità di produrre abbastanza cibo nel futuro è potenzialmente limitata dalla disponibilità dell'acqua, territori fertili e dall'uso e dalla gestione dei mari e degli oceani. Generazioni future potrebbero esaurire le risorse naturali se l'energia, l'acqua e il suolo non venissero gestiti ed immagazzinati responsabilmente. In aggiunta, la produzione di alimenti contribuisce significativamente alla perdita di biodiversità; inoltre, l'aumento della popolazione mondiale, aumenta i costi di energia e i cambiamenti climatici continueranno a minare la disponibilità di risorse naturali.

Diversi studi di differenti schemi dietetici dimostrano che le diete con una ridotta consumazione di carne, in particolare le diete plant-based e vegana, hanno prodotto migliori risultati in termini di stato di salute, riduzione delle emissioni dei gas serra, energia e utilizzo di acqua (6).

Un altro aspetto è caratterizzato dalla dieta vegana, ovvero, l'assenza di residui antibiotici derivanti dal foraggio che viene fornito agli animali degli allevamenti intensivi. Quindi questa dieta consente il mantenimento della composizione ottimale del microbiota favorendo perciò lo stato di salute. Sono dense di nutrienti, ricche in fibre, fitochimici, micronutrienti e povere di calorie e grassi saturi.

I fitochimici e il contenuto di fibre nei cibi vegetali migliora la funzione immunitaria e influenza la funzione cardio metabolica in maniera positiva, promuovendo la salute.

Quando gestiti in modo appropriato, i cibi vegetali sono salutari per tutte le età, seguendo un'adeguata assunzione. La qualità della dieta può variare in base alla concentrazione di antiossidanti, fibre, vitamine e minerali.

Se le diete plant-based non vengono ben monitorate, l'incremento di carboidrati e cibi ricchi di zuccheri aggiunti potrebbero rimpiazzare alimenti più ricchi di nutrienti, portando così ad una sovralimentazione e malnutrizione, risultate da una malsana perdita di peso o obesità addominale.

È essenziale avere un adeguato apporto di proteine, ferro, calcio ed affidabili fonti di vitamina B12 come prodotti fortificati o integratori per una salute ottimale seguendo una dieta a base vegetale.

Dagli studi disponibili in letteratura sembra che le diete plant-based siano associate ad un minor rischio di malattie croniche, incluse malattie cardiache, diabete e insorgenza di cancro (7).

I soggetti che seguono una dieta plant-based di norma hanno un più basso indice di massa corporea, ridotto colesterolo totale, lipoproteine a bassa densità (LDL-C), trigliceridi, e livelli di glucosio nel sangue comparabili agli onnivori (8).

Il problema principale riguardante questi approcci dietetici è il rischio di sviluppare carenze nutrizionali di proteine, acidi grassi omega 3, vitamina B12, ferro, zinco, iodio, vitamina D e calcio.

D'altra parte, le diete plant-based sono ricche in frutta e verdura e sono caratterizzate da un alto contenuto di fibra, antiossidanti, fitochimici e acidi grassi omega 6. Se ben bilanciata questo tipo di dieta può essere appropriata per tutti i gruppi di età, anche in gravidanza o durante l'allattamento.

1.2. LA DIETA VEGANA

Il veganismo sta crescendo di popolarità nel mondo occidentale. La prevalenza di vegani in Europa è stata stimata intorno al 10% (9), anche se il numero esatto non è chiaro e varia tra i paesi.

La dieta vegana è maggiormente associata a credenze religiose ed etiche, concetti ambientali, valori culturali e sociali, così come i benefici potenziali sulla salute.

Molti studi hanno dimostrato gli effetti benefici della dieta vegana sulla salute umana dovuta ad un consumo giornaliero elevato di frutta fresca, verdure, cereali, noci, legumi e semi suggerendo che i vegani hanno comportamenti più salutari nello stile di vita, comparandolo ad individui che seguono tipi di dieta diversi.

Tali benefici salutari hanno consigliato di includere, tra gli altri, una più bassa incidenza di malattie non-trasmissibili (NCD), tali come il cancro al colon, diabete mellito di tipo 2 (DMT2), obesità, steatosi epatica non-alcolica (NAFDL) e malattie cardiovascolari (CVD).

Dall'altro lato, gli studi suggeriscono che questa dieta porta a delle carenze in macro e micronutrienti da integrare con vari nutrienti, inclusi ferro, zinco, iodio, selenio, calcio, acidi grassi omega 3 a catena lunga, vitamina B12, vitamina D e vitamina B2 (10).

Fondamentale, quindi, è fare riferimento alle raccomandazioni dietetiche giornaliere stabilite dall'organizzazione mondiale della salute (tabella 1).

Tabella 1: WHO daily dietary recommendations (11).

Table 1
WHO daily dietary recommendations.

Recommendations					
Total Energy Intake ^a	23–27 kcal/kg for 18–60 years old ^b 19–22 kcal/kg for >60 years old ^b				
Carbohydrates and fibers ^b	At least 400 g (i.e. five portions) of fruit and vegetables per day (excluding potatoes, sweet potatoes, cassava and other starchy roots)				
Fats ^b	Less than 30% of total energy intake from fats. Saturated fats: <10% of total energy Trans-fats: <1%				
Proteins ^c	Replacing both saturated fats and trans-fats with unsaturated fats 15% of total energy intake 0.66 g/kg average requirement for healthy adults 0.75 g/kg for elderly				
Vitamin A ^d	F: 19–65 years: 500µg/>65 years: 600 µg M: 19–65 years: 600µg/>65 years: 600 µg				
Vitamin B ₁ ^d	F: 1.1 mg M: 1.2 mg				
Vitamin B ₂ ^d	F: 1.1 mg M: 1.3 mg				
Vitamin B ₃ ^d	F: 14 mg NEs M: 16 mg NEs				
Vitamin B ₆ ^d	F: 18–50 years: 1.0 mg/>51 years: 1.5 mg M: 18–50 years: 1.3 mg/>51 years: 1.7 mg				
Vitamin B ₁₂ ^d	18–65 years: 2.4 µg >65 years: 2.4 µg				
Vitamin C ^d	45 mg				
Vitamin D ^d	19–50 years: 5 µg 51–65 years: 10 µg >65 years: 15 µg				
Vitamin E ^d	Data are not sufficient to formulate recommendations for vitamin E intake for different age groups except for infancy				
Iron ^d		Bioavailability 15%	Bioavailability 12%	Bioavailability 10%	Bioavailability 5%
	F (62 kg mean BW)	19.6 mg	24.5 mg	29.4 mg	58.8 mg
	Postmenopausal (62 kg mean BW)	7.5 mg	9.4 mg	11.3 mg	22.6 mg
Zinc ^d	M (75 kg mean BW)	9.1 mg	11.4 mg	13.7 mg	27.4 mg
		High Bioavailability	Moderate Bioavailability	Low Bioavailability	
	F	3.0 mg	4.9 mg	9.8 mg	
	M	4.2 mg	7.0 mg	14.0 mg	
Calcium ^d	F: 18–prior to menopause: 1000 mg/Postmenopausal: 1300 mg M: 18–65 years: 1000 mg/>65 years: 1300 mg				
Potassium ^e	At least 90 mmol (3510 mg)				
Sodium ^f	<2 g sodium (5 g salt)				
Iodine ^d	150 µg (2.0 µg/kg)				
Magnesium ^d	F: 18–65 years: 200 mg/>65 years: 190 mg M: 18–65 years: 260 mg/>65 years: 224 mg				
	F: 18–65 years: 26 µg/>65 years: 25 µg M: 18–65 years: 34 µg/>65 years: 33 µg				
Selenium ^d	F: 18–65 years: 26 µg/>65 years: 25 µg M: 18–65 years: 34 µg/>65 years: 33 µg				
Copper ^g	12.5 µg/kg				
Folate ^d	400 µg				

F: Female; M: Male; NE: Niacin Equivalents; BW: Body weight.

^a World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations University, Human energy requirements 2004.

^b Geneva: World Health Organization; Fact Sheet No 394: Healthy Diet 2015.

^c Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization & United Nations University. Protein and amino acid requirements in human nutrition 2007.

^d World Health Organization, Vitamin and mineral requirements in human nutrition 2005.

^e World Health Organization, Guideline: potassium intake for adults and children 2012.

^f World Health Organization, Guideline: sodium intake for adults and children 2012.

^g World Health Organization, Trace elements in human nutrition and health 1996.

^h Energy requirements should be adapted for body weight, sex, age, physical activity and health status.

1.3 APPORTO ENERGETICO

Nella maggior parte degli studi volti a valutare gli aspetti nutrizionali della dieta vegana, questa era caratterizzata da una più bassa assunzione di energia totale (TEI). Malgrado un TEI minore, i vegani raggiungono l'apporto giornaliero consigliato con assunzioni comprese tra 1672 e 2055 kcal/d (7.0-8.6 MJ/d). Secondo il WHO/FAO un adeguato apporto per il mantenimento di un buon Body Mass Index (BMI) è di 23-27 kcal/kg/d per individui in salute e normalmente attivi di età compresa tra i 18-60 anni e leggermente più basso per coloro che superano i 60 anni (19-22 kcal/kg/d) (10).

In ogni caso il fabbisogno energetico dovrebbe essere adattato al peso del corpo, età, sesso, attività fisica e stato di salute, e perciò può differire sostanzialmente tra individui.

Le principali fonti di energia per i vegani sono i carboidrati e le proteine di soia (figura 2).

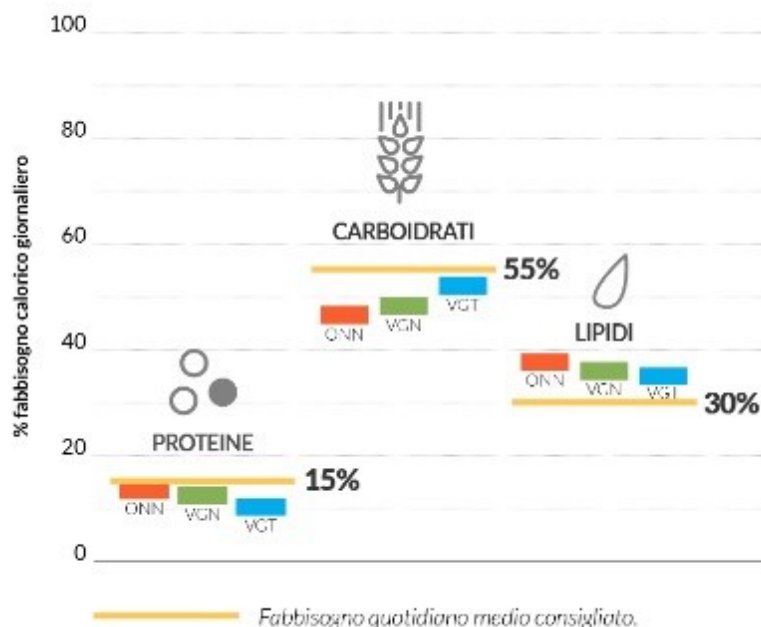


Figura 2: % del fabbisogno calorico giornaliero delle diete onnivore (ONN), vegane (VGN) e vegetariane (VGT) (12).

1.3.1 CARBOIDRATI E FIBRE

Una dieta vegana è caratterizzata da un alto consumo di carboidrati o glucidi (tabella 2), ovvero sostanze formate da carbonio e acqua, contenuti principalmente negli alimenti di origine vegetale, soprattutto nei cereali.

Tabella 2: caratteristiche e apporti dei nutrienti dei diversi tipi di dieta (13).

	Median (inter-quartile range) or n (%) ^a				P _{difference} ^b
	Meat-eaters (n = 98)	Fish-eaters (n = 98)	Vegetarians (n = 98)	Vegans (n = 98)	
Characteristics					
Age at blood collection, years	44 (37, 44)	41 (36, 45)	43 (36, 44)	40 (35, 44)	>0.9
BMI ^c , kg/m ²	24.4 (22.1, 25.9)	22.7 (21.2, 24.2)	22.7 (21.5, 24.9)	22.1 (20.4, 24.0)	0.0001
Current smoking, n (%)	14 (14.3)	9 (9.2)	7 (7.1)	7 (7.1)	0.1
Very physically active, n (%)	26 (28.0)	17 (17.9)	12 (13.2)	31 (33.7)	0.02
Nutrient intake					
Energy, kJ	9137 (7921, 10957)	8734 (7511, 10127)	9011 (7597, 10933)	7652 (6091, 8932)	0.0001
Protein, % of energy	15.0 (13.6, 16.9)	13.6 (12.3, 15.4)	13.3 (11.8, 14.2)	12.6 (11.6, 13.9)	0.0001
Protein from all plant products, ^d % of energy	6.0 (5.4, 7.1)	7.4 (6.5, 8.8)	7.8 (6.8, 9.3)	12.3 (11.3, 13.7)	0.0001
Protein from non-soya plant products, ^d % of energy	5.9 (5.2, 6.9)	7.0 (6.2, 7.9)	7.2 (6.4, 8.3)	9.6 (8.6, 10.7)	0.0001
Protein from soya products, ^d % of energy	0.0 (0.0, 0.0)	0.3 (0.2, 1.0)	0.4 (0.2, 1.1)	2.8 (1.8, 3.4)	0.0001
Protein from all animal products, ^d % of energy	8.4 (6.7, 10.5)	5.6 (4.7, 7.5)	4.6 (3.8, 6.0)	–	0.0001
Protein from meat products, ^d % of energy	3.3 (1.6, 4.7)	–	–	–	–
Protein from fish products, ^d % of energy	1.0 (0.6, 1.6)	1.2 (0.6, 1.7)	–	–	0.5
Protein from dairy products, ^d % of energy	3.4 (2.4, 4.3)	3.6 (2.5, 4.7)	3.7 (2.9, 4.9)	–	0.1
Protein from egg products, ^d % of energy	0.2 (0.1, 0.3)	0.2 (0.1, 0.5)	0.2 (0.1, 0.4)	–	0.1
Protein from mixed animal products, ^d % of energy	0.5 (0.2, 0.7)	0.5 (0.4, 0.8)	0.5 (0.4, 0.8)	–	0.02
Carbohydrates, % of energy	51.2 (47.1, 55.6)	52.2 (48.3, 57.4)	54.3 (48.7, 58.2)	55.6 (52.1, 60.9)	0.0001
Fat, % of energy	31.9 (28.9, 34.9)	32.2 (27.2, 35.0)	31.3 (27.4, 35.3)	30.4 (25.2, 34.4)	0.2
Alcohol, g/d	9.8 (2.5, 17.2)	9.7 (2.9, 29.7)	10.2 (5.1, 23.0)	5.1 (1.0, 14.0)	0.0007

Abbreviation: BMI, body mass index. ^aValues are median (inter-quartile range) if not otherwise specified as n (%). ^bDifferences between diet groups were tested using the Kruskal–Wallis analysis of variance and the χ^2 test for continuous and categorical variables, respectively. Conventional P-values are shown and those marked in bold were significant after Bonferroni correction ($P < 0.0023$; not all tests performed are shown). ^cBMI was unknown for 20 participants. ^dFoods were categorised into food types based on the main protein source of the food. Medians and inter-quartile ranges do not necessarily add up because mixed foods for which there are non-vegetarian as well as vegetarian and vegan versions were categorised as one food type only, for example, mixed animal products.

I carboidrati, comunemente chiamati zuccheri, sono fonte di energia.

Essi comprendono i:

- Monosaccaridi: caratterizzati da una struttura semplice (glucosio, fruttosio e galattosio).
- Disaccaridi: formati da due monosaccaridi come il saccarosio (glucosio e fruttosio), lattosio (glucosio e galattosio) e maltosio (glucosio e glucosio).
- Oligosaccaridi: composti da due a dieci molecole di monosaccaridi come le maltodestrine (utilizzate come integratori energetici).

Gli esosi, formati da sei atomi di carbonio, sono i più importanti nella dieta, soprattutto il glucosio che costituisce la forma nella quale devono essere trasformati gli altri zuccheri per poter essere utilizzati dal nostro organismo.

I carboidrati complessi o polisaccaridi (formati da dieci a migliaia di molecole di monosaccaridi) si distinguono per l'origine animale (glicogeno, riserva di carboidrati nel muscolo) e vegetale (amidi e fibre).

L'assunzione di fibre è più alta nei vegani rispetto agli onnivori. In molti studi più del 50% di TEI (Total Energy Intake – apporto di energia totale) deriva dai carboidrati e dalle fibre per i vegani di entrambi i sessi (14).

L'organizzazione mondiale della salute raccomanda un apporto giornaliero di 400 g di frutta e/o verdura.

Il più alto consumo di frutta, verdura e cereali si trova nei vegani e l'assunzione giornaliera di fibre è maggiore di 30 g/d. Nello studio condotto da Alles l'assunzione media giornaliera di frutta e verdura nei vegani è registrata in 364.2 g e 366.0 g rispettivamente, mentre nello studio di Elorinne è di 233 g per la frutta e 277 g per le verdure (9).

Gli individui che seguono una dieta vegana consumano più spesso riso, pasta e pane integrale.

1.3.2 LIPIDI

I lipidi o grassi sono sostanze organiche di origine animale o vegetale. Essi hanno diverse funzioni: immagazzinare energia (tessuto adiposo), segnalare (ormoni), costruire membrane cellulari (fosfolipidi), digerire (succhi gastrici) e sono precursori di fattori pro-ormonali (es. vitamina D).

In diversi studi l'assunzione di lipidi nei vegani è la più bassa. Complessivamente l'apporto totale energetico dei grassi è in linea con le direttive del WHO (<30% di TEI).(15)

Sono state notate importanti differenze nella consumazione di sottogruppi di acidi grassi, costituenti dei lipidi, che comprendono MUFA, PUFA e SFA.

L'assunzione di acidi grassi monosaturi (MUFA), formati da un solo doppio legame (contenuti nell'olio d'oliva e di colza, nelle arachidi, nell'avocado, nella frutta secca ecc.) e acidi grassi saturi (SFA), formati da legami singoli (nei grassi di origine animale come burro, lardo strutto), sono più bassi tra i vegani e la principale fonte di grassi invece sono gli acidi grassi polinsaturi (PUFA) caratterizzati da più di un doppio legame lungo la catena carboniosa. Essi comprendono gli acidi grassi omega 3 (acido linolenico) contenuti nel pesce e omega 6 (acido linoleico) negli oli vegetali, gli acidi appena citati sono definiti essenziali (EFA) cioè il nostro organismo non riesce a sintetizzarli; quindi, devono essere introdotti con la dieta.

L'apporto medio giornaliero di assunzione di SFA è 21 g tra i vegani, salendo a 54 g per gli onnivori. Il consumo medio di PUFA omega 3 e omega 6 tra i vegani è di 1.7 g/d e 15.0 g/d rispettivamente (9).

1.3.3 PROTEINE

Le proteine o protidi sono macromolecole biologiche costituite da catene di amminoacidi legati l'uno all'altro da un legame peptidico (legame tra un gruppo amminico di un amminoacido e un gruppo carbossilico dell'altro amminoacido).

L'apporto totale di proteine nei vegani è il più basso, comparandolo agli altri gruppi di dieta.

TEI dalle proteine è approssimativamente del 13-15%. WHO raccomanda un apporto proteico del 15% di TEI, dipendente da fattori come sesso, età, attività, condizione di salute etc.

Alles riporta che in totale il 27.3% della popolazione vegana è sotto il range accettabile di apporto proteico. Il 64.5% di vegani incontra la dose proteica giornaliera raccomandata e l'8.1% di apporto proteico tra i vegani è registrato sopra il range accettabile (9).

L'apporto proteico negli uomini vegani è 31.3% e nelle donne 41.4% è sotto i livelli raccomandati di 0.8 g/kg peso corporeo giornaliero.

Tirosina e altri amminoacidi essenziali (lisina, metionina e triptofano) mostrano concentrazioni di plasma più basse nelle diete vegane comparate ad altri tipi di dieta. Glicina e alanina sono gli amminoacidi con le concentrazioni di plasma più alte negli individui vegani.

1.3.4 VITAMINE

Le vitamine sono composti organici e nutrienti essenziali per l'organismo. Esso non è in grado di sintetizzarle in quantità sufficiente e quindi deve ottenerle attraverso l'alimentazione.

Vitamina A

Molti studi riportano che i prodotti di origine animale forniscono un maggiore apporto di vitamina A. I vegani come gruppo meno propenso a sviluppare carenze di vitamina A.

La concentrazione totale di vitamina A viene espressa come una frazione di retinolo e β -carotene, in cui gli individui che consumano carne possiedono i livelli più alti.

In diversi studi i vegani si caratterizzano per un apporto di β -carotene maggiore rispetto alle altre diete (16).

Secondo il WHO, la dose giornaliera raccomandata di assunzione di vitamina A è di 500 μ g per le donne tra i 19 e 65 anni e 600 μ g, per gli uomini di tutte le età è di 600 μ g e per coloro che superano i 65 anni è di 600 μ g.

Essa è contenuta nella verdura, in maggior quantità nella carota, patata dolce e zucca, nella frutta come albicocca, melone e pesca e in alimenti di origine animale (carne, alcuni pesci, uova e latte).

Complesso Vitamine B

I vegani assumono il più alto quantitativo di Vitamina B1 e B6 (assunzione di nutrienti di riferimento vitamina B1 1.1 mg/d per le donne e 1.2 mg/d per gli uomini e vitamina B6 14 mg/d per le donne e 16 mg/d per gli uomini).

Invece i vegani hanno un apporto più basso di vitamina B2, niacina e B12 (contenuta solo negli alimenti di origine animale), anche se lo studio condotto da Davey riporta che non vi sono significative differenze

nell'assunzione di queste e della vitamina B6, esclusa la vitamina B12, rispetto agli altri gruppi di diete (17).

In media, l'assunzione di vitamina B12 è di 0-0.9 µg/d tra i vegani, che è al di sotto dell'RNI (Reference Nutrient Intake – apporto nutrizionale di riferimento) (2.4 µg/d).

Nello studio di Alles, risulta essere di 2.7 µg la quantità corretta di vitamina B12 da assumere.(9)

Per evitare una carenza di vitamina B12 si raccomanda ai vegani di integrarla nella propria dieta.

In altri studi, sebbene la vitamina B12 nei vegani fosse entro il range normale, è minore rispetto all'apporto degli onnivori ($p<0.01$) e dei vegetariani ($p<0.05$) (18).

Per quanto riguarda la vitamina B1, una dieta vegana mostra un'adeguata assunzione di essa, uguale o più alta concentrazione di questa vitamina rispetto alle altre diete. Essa è contenuta nei cereali, legumi, nel lievito e nelle uova.

Vitamina C

Gli studi dimostrano che i vegani assumono alte quantità di vitamina C, hanno quindi meno possibilità di sviluppare carenze a riguardo al contrario degli altri gruppi di diete, raggiungendo i 100 mg/d rispetto all'importo di riferimento di 45 mg/d della WHO (9).

Essa è presente soprattutto nel broccolo, peperone, cavolo, cavoletti di Bruxelles, spinaci, pomodori, zucca e prugna Kakadu.

Vitamina D

Secondo diversi studi, la dieta vegana è caratterizzata da un'assunzione minore della vitamina D rispetto alle altre diete. L'apporto è più basso rispetto ai valori raccomandati (5 µg/d per età comprese tra 19-50, 10 µg/d per età tra i 51 e 61 e 15 µg/d per età 65+).

Essa è prodotta nella pelle umana in seguito all'esposizione ai raggi ultravioletti (UVB).

La vitamina D è definita un pro-ormone in quanto ha bisogno di essere attivata dal fegato e dai reni.

Vi sono delle differenze nella concentrazione sierica della vitamina D totale e D2 tra i vegani e i non vegetariani ($p < 0.001$)(16).

Questa vitamina è contenuta ad esempio nei funghi, nel latte di soia, nell'olio di fegato di merluzzo (usato come integratore), nell'olio di alghe o krill, ma soprattutto nel pesce.

Vitamina E

Essa risulta assunta in modo adeguato nella dieta vegana. Diversi studi mostrano che i vegani hanno apporti maggiori (17).

Le fonti principali di vitamina E sono oli vegetali, arachidi di soia, germe di grano, girasole e mandorle.

Ferro

In molti studi risulta un apporto di ferro maggiore tra i vegani rispetto alle altre diete. Due studi dimostrano che l'assorbimento di esso non è alto, ciò è dovuto alla bassa biodisponibilità di ferro nei cibi plant-based(19)(20). Questo è riflesso nella ferritina, che sembra essere più bassa tra i vegani nel lungo termine.

Un altro studio condotto da Sobiecki riporta che i requisiti di ferro potrebbero essere più alti tra i vegani (21).

Tuttavia, non sono state osservate differenze tra vegani e non-vegani nella concentrazione di ferro nel plasma.

L'RNI, riguardo il ferro, varia, dovuto alla biodisponibilità, è riportato tra i 27.4 mg/d per gli uomini e 58.8 mg/d per le donne (con una biodisponibilità

del 5%) e 9.3 mg/d per gli uomini e 19.6 mg/d per le donne (con una biodisponibilità del 15%).

Lo troviamo nei funghi secchi, legumi e prodotti di origine animale (carne, pesce, tuorlo d'uovo).

Zinco e Calcio

L'apporto di zinco e calcio tra i vegani è registrato come il più basso, comparato a individui non-vegani (9) (tabella 3).

Tabella 3: Age and daily dietary nutrient intakes by sex and diet group (21).

	Meat eaters	Fish eaters	Vegetarians	Vegans
Men (n = 6365)				
n (%)	3798 (60)	782 (12)	1516 (24)	269 (4)
Age (y)	63.3 ± 11.7	58.3 ± 11.2	56.1 ± 11.0	54.2 ± 11.1
Calcium (mg)	1120 ± 365	1173 ± 378	1153 ± 396	862 ± 374
Magnesium (mg)	408 ± 116	444 ± 120	451 ± 125	505 ± 157
Potassium (mg)	4302 ± 1067	4242 ± 1053	4133 ± 1008	4243 ± 1166
Sodium (mg)	2759 ± 810	2874 ± 861	2829 ± 871	2834 ± 1056
Iron (mg)	17.4 ± 5.3	17.8 ± 5.3	18.3 ± 6.0	19.9 ± 7.2
Zinc (mg)	10.9 ± 2.9	10.7 ± 3.1	10.9 ± 3.2	9.4 ± 3.1
Copper (mg)	1.60 ± 0.51	1.72 ± 0.54	1.80 ± 0.57	2.23 ± 0.78
Selenium (µg)	69.3 ± 24.6	72.0 ± 27.0	54.8 ± 24.3	62.1 ± 30.4
Iodine (µg)	214.3 ± 85.6	197.4 ± (84.7)	141.0 ± 77.4	55.5 ± 40.0

Approssimativamente il 76% dei soggetti vegani consuma meno delle dosi raccomandate.

Inoltre, è stato scoperto che la concentrazione di plasma nel calcio nella dieta vegana è più bassa rispetto alle altre diete e non è chiaro se la biodisponibilità di calcio nella dieta plant-based giochi un ruolo a riguardo (9).

Lo ricaviamo dal sesamo, salvia, rosmarino, latte e yogurt.

Nelle diete vegana vi è un contenuto inadeguato di zinco sierico. Esso si trova nei legumi, frutta secca, semi, cioccolato e noci.

Fosforo

L'apporto di fosforo nei vegani è più alto rispetto ai livelli raccomandati dalla Società di nutrizione tedesca (580 mg/d). Questa assunzione maggiore riguarda anche altre popolazioni ed è la più alta a confronto con gruppi non-vegani. Alcuni alimenti che lo contengono sono semi dei cereali e legumi.

Potassio e Sodio

L'assunzione di potassio e sodio dimostra essere al di sopra del RNI tra i vegani. Altri studi non trovano differenza tra assunzioni di potassio o sodio tra i vegani e gli altri gruppi di dieta (9). Il primo è presente nei legumi secchi mentre l'altro in alimenti confezionati, bevande edulcorate, salsa di soia, legumi e formaggi stagionati ad esempio.

Secondo tre studi vi è un più alto apporto di sodio nel gruppo vegano che negli onnivori e latte-ovo vegetariani (22, 23, 10).

Iodio

Tra i vegani vi è un apporto di iodio più basso rispetto alla popolazione non vegana, soprattutto negli uomini è spesso più basso dell RNI (150 µg/d).

Anche se è osservato un alto livello di iodio nei soggetti che consumano alghe (19).

Il sale iodato è la principale fonte di iodio tra gli individui vegani.

Magnesio

Il suo apporto è maggiore rispetto alle altre diete che non siano vegane e più alto dei livelli raccomandati da WHO (400 mg/d rispetto ai 200 mg/d raccomandati ad un uomo adulto) (24).

Due studi riportano che non vi è nessuna differenza nella concentrazione sierica del magnesio tra i vegani e gli individui che aderiscono a diete diverse (10).

È contenuto nel miglio, nelle noci, nei fagioli, pinoli, carciofi e fichi d'india.

Selenio e Rame

Gli studi suggeriscono che i vegani sono propensi ad avere un apporto di selenio basso, anche se risulta non essere significativamente diverso da quelli che seguono una dieta non vegana (11).

Vi è presenza nei semi di chia, nelle albicocche secche, noci ma anche in alcuni tipi di pesce (polpo, orata).

Sebbene in tre studi i vegani mostrano di avere un più alto contenuto di rame rispetto agli altri tipi di dieta, in quanto lo troviamo nella frutta secca, verdura a foglia larga ma anche nel fegato e nei molluschi.

Folato

I vegani raggiungono la dose di folato raccomandata da WHO (400 µg/d) e un più alto apporto (480 µg/d) in comparazione ad altre diete.

La concentrazione di folato nel sangue non varia di molto nei diversi gruppi di diete, a differenza dei vegani in cui si osserva uno scarso aumento.

Gli onnivori sono più predisposti a carenze di folato rispetto ad individui vegetariani e vegani che consumano più prodotti plant-based.

Questa vitamina è presente in buone quantità negli asparagi, carciofi, agretti, fagiolini, nelle biette e fave.

1.4 PUNTI DI FORZA E DEBOLEZZA DELLA DIETA VEGANA

La dieta vegana è caratterizzata da un alto contenuto di frutta, verdura, legumi, semi, noci, olio vegetale e cereali integrali e derivati (figura 3).

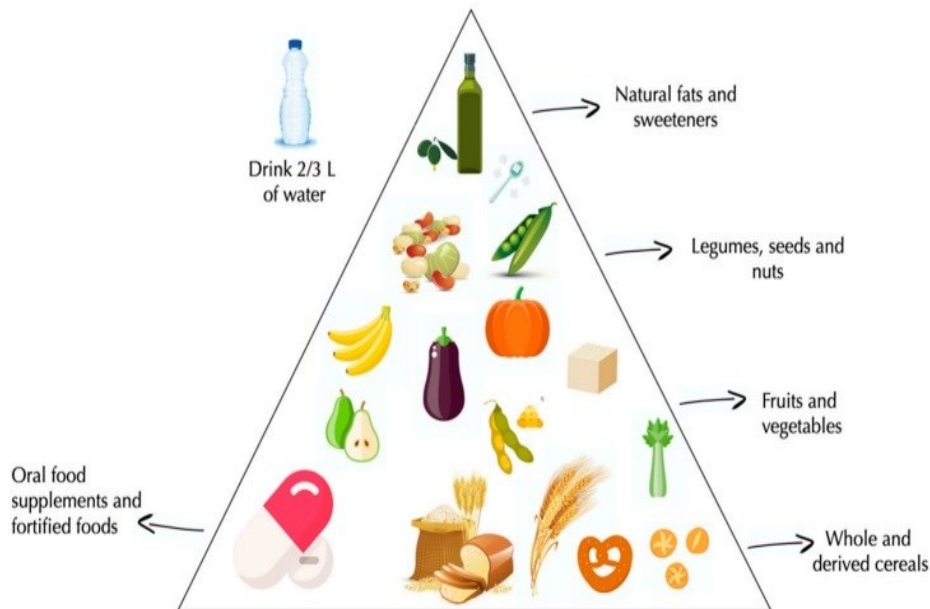


Figura 3: piramide della dieta vegana (25).

Le persone spesso utilizzano questi modelli di alimentazione per ragioni di salute, da quando evidenze scientifiche (26) dimostrano che la dieta vegana è in grado di promuovere o ripristinare una “buona salute”, in particolare la variazione del peso corporeo o della pressione sanguigna.

Sebbene la dieta vegana rappresenti un modello salutare, dovrebbe tuttavia fornire un corretto apporto di nutrienti. Infatti, uno dei potenziali “limiti” delle diete vegane è rappresentato da possibili carenze nutrizionali che potrebbero sorgere dalla restrizione di tutti i prodotti di origine animale.

Questi schemi dietetici potrebbero presentare carenze, definiti come una mancanza di nutrienti e vitamine qualitativa o quantitativa, in grado di danneggiare le funzioni psicologiche nell’organismo umano.

Per questa ragione, una dieta vegana dovrebbe essere ben pianificata e supervisionata da un nutrizionista, in modo da evitare possibili carenze nutrizionali.

Le diete vegane sono generalmente ricche di carboidrati, acidi grassi omega 6, fibre alimentari, carotenoidi, acido folico, vitamina C, vitamina E e magnesio e relativamente basse in proteine, acidi grassi omega 3, vitamina B12, vitamina D e calcio, ferro, zinco e iodio.

L'apporto di proteina della dieta vegana è garantito dalla combinazione dei legumi e cereali.

Le attuali tecnologie alimentari hanno reso possibile lo sviluppo di cibi di origine vegetale simili a quelli di origine animale, come l'uso della soia ed i suoi derivati, che consente un adeguato apporto di proteina che altrimenti potrebbe risultare mancante.

Numerosi studi hanno provato a valutare se un regime vegano può fornire un adeguato apporto di proteina e la maggior parte di questi affermano che l'apporto medio di proteina è del 13-14% dell'assunzione calorica giornaliera; perciò, rappresenta un adeguato valore secondo le linee guida americane (23).

Uno studio condotto da Alles et al., analizza i dati ottenuti da "NutriNet-Santè Study" (studio che si occupa di indagare sulle relazioni tra nutrizione e salute) e afferma che il 27% dei vegani non raggiunge il 10% di apporto proteico giornaliero, interrogando l'adeguata assunzione di proteina tra i vegani (9).

Per questo, il dibattito riguardo la giusta assunzione di proteina rimane irrisolto.

Diversi studi condotti sui livelli di plasma degli acidi grassi omega 3 hanno dimostrato che la dieta vegana induce valori più bassi di acido eicosapentaenoico (EPA) e acido docosaesaenoico (DHA) perché contenuti maggiormente nei pesci azzurri, nelle carni, uova ma anche nelle alghe. Questi due acidi contribuiscono al mantenimento di una normale pressione

sanguigna e a valori normali di trigliceridi nel sangue (se assunti 3g al giorno), per questo sono grassi “buoni” (27).

In particolare, i vegani hanno ridotto i livelli di questi acidi grassi, rispetto ai latte-ovo-vegetariani.

Infatti, i cibi plant-based sono generalmente ricchi di acido linoleico (nei semi di lino, olio di semi di lino, semi di chia, semi di lino grezzi) che è in grado di ridurre la conversione dell'acido α -linoleico (ALA), il quale svolge un'attività antiossidante, in EPA e DHA.

Altri autori ipotizzano che nei vegani la media di assunzione di ALA per un apporto adeguato è di 1.1 g/giorno nelle donne e 1.6 g/giorno negli uomini (28).

La dieta vegana è caratterizzata da un basso apporto di acidi grassi omega 3, quindi dovrebbe essere supportata da integratori alimentari come microalghe contenenti DHA, con una consumazione regolare di cibi con alto contenuto di ALA in modo da garantire un ottimale apporto di questi acidi grassi.

Un'ulteriore strategia per assicurare un'adeguata assunzione di acidi grassi omega 3 è rappresentata dalla consumazione di cibi fortificati come il latte di soia e i cereali.

Numerosi studi hanno focalizzato l'attenzione su una possibile carenza di vitamina B12 nei vegani, visto che essa è contenuta in cibi come carne, uova, pesce, latte, formaggio ecc. (29).

La vitamina B12 è un micronutriente essenziale che è coinvolto in numerose attività biochimiche come la maturazione dei globuli rossi, il funzionamento del sistema nervoso e la biosintesi dei neurotrasmettitori.

I segni di una carenza vitaminica della B12 sono ben noti: spossatezza, dispnea, mancanza di energia, mal di testa, irritabilità, possibile anemia, pallore, depressione, disturbi del sonno, e altri danni).

La carenza di vitamina B12 può verificarsi in entrambe le diete vegetariane e vegane.

L'esclusione di cibi contenenti la B12 può avere un effetto solo dopo un lungo periodo di tempo visto che le riserve del fegato garantiscono adeguati livelli di questa vitamina per diversi anni.

La sua carenza è comune maggiormente nei latte-ovo-vegetariani e nei modelli di diete vegane.

Tutte le persone che seguono una dieta vegana dovrebbero integrarla con una fonte affidabile di vitamina B12, attraverso cibo fortificato o integratori orali alimentari, per raggiungere i 2500 µg a settimana.

In uno studio trasversale condotto in Germania, intitolato "rischi e benefici di una dieta vegana", gli autori affermano che la vitamina B12 introdotta nei vegani è simile a quella degli onnivori, sebbene i vegani assumono un importo più basso (30, 31).

Questo dato può essere spiegato dall'assunzione di integratori orali in questi soggetti.

Oltre i cibi fortificati, che sono in grado di contrastare le carenze di vitamina B12 contenuta nei vegetali, latte di soia, lievito e cereali, il mercato offre integratori orali alimentari chiamati metil-cobalamina, adenosilcobalamina e idrossicobalamina.

Invece i livelli di vitamina D nel sangue erano in media più bassi rispetto a quelli nei vegetariani e onnivori; questo dato indica minori riserve e ridotta mineralizzazione delle ossa nei vegani.

Sebbene nei vegani le fonti di calcio siano molte (cavolo cinese, broccoli, rape, tarassaco, crescione, fichi secchi, semi di sesamo, mandorle, arance, tahini, patate dolci, piselli, pane e cereali), il loro assorbimento è limitato dai livelli sierici bassi di vitamina D, che previene un adeguato assorbimento intestinale di calcio.

Per questa ragione, in presenza di livelli sierici di vitamina D e calcio inadeguati, i vegani dovrebbero consumare cibi arricchiti di vitamina D, come latte di soia, latte di riso e succhi.

La carenza di ferro potrebbe rappresentare un'ulteriore complicazione nelle persone che seguono una dieta vegana. Il ferro contenuto negli alimenti di origine vegetale è abbastanza simile a quello degli onnivori, ma la sua biodisponibilità è minore dovuta all'assenza del ferro eme. Quest'ultimo è il ferro legato all'emoglobina o mioglobina ed è presente solo nei cibi di origine animale.

I vegani mostrano un più alto contenuto di ferro dei latte-ovo-vegetariani dovuto alla consumazione rafforzata di legumi.

Le principali fonti di ferro nei vegani sono rappresentate dai legumi (piselli, lenticchie, fagioli, arachidi), verdure a foglia verde, soia e i suoi derivati, quinoa, patate e frutta secca, ecc.

Studi sul metabolismo del ferro condotti da Waldmann hanno dimostrato che il siero di ferritina è più basso (<12 ng/ml) nei vegani che negli onnivori e che i livelli di emoglobina sono simili o poco più bassi nei vegani rispetto agli onnivori.

Un ulteriore studio condotto da Pawlak (32) ritiene che nella popolazione vegana, i soggetti che sono più propensi a sviluppare carenze di ferro sono le donne in menopausa. In caso di carenza di ferro, è possibile consumare cibo fortificato come sale, frumento e riso.

Nei prodotti vegetali vi sono diversi fattori che inducono un minor assorbimento di zinco per l'abbondante presenza di fitati. Nella letteratura scientifica, invece, non vi sono risultati di carenza di zinco tra i vegani, l'apporto è tra 7 e 10 mg al giorno, come negli onnivori.

I cibi contenenti un buon apporto di zinco sono i semi di zucca, semi di girasole, noci e arachidi.

Cibi fortificati in zinco sono disponibili nei cereali.

Lo iodio è essenziale per la sintesi degli ormoni della tiroide che regolano il metabolismo cellulare.

Una carenza di iodio può causare ipotiroidismo e gozzo, apatia e disordini mentali.

Le principali fonti di iodio per i vegani sono il sale e l'alga.

Per questa ragione, i vegani mostrano carenza nello iodio specialmente se vivono in aree povere di questo elemento.

I livelli di iodio nei vegani sono risultati al di sotto dei livelli raccomandati dall'organizzazione mondiale della salute; perciò, si raccomanda l'assunzione di integratori orali alimentari piuttosto che cibi come sale, patate, carote, ecc.

CAPITOLO 2

2.1 LA SINDROME METABOLICA

La sindrome metabolica (detta anche sindrome X, sindrome da insulino-resistenza, sindrome di Reaven) è una situazione clinica nella quale diversi fattori fra loro correlati (insulino-resistenza, alterazioni endocrine, genetiche, disfunzione del tessuto adiposo viscerale, donne con ovaio policistico e alterazioni del cortisolo) concorrono ad aumentare la possibilità di sviluppare patologie a carico dell'apparato circolatorio e diabete.

Per quanto riguarda le alterazioni cliniche tipiche della sindrome metabolica è possibile rilevare obesità centrale, dislipidemia, diabete mellito di tipo 2, un basso HDL-C e alti trigliceridi, intolleranza al glucosio e pressione sanguigna alta (figura 4).

La sindrome metabolica viene diagnosticata se vi è la presenza di almeno 3 dei 5 criteri appena citati, secondo l'organizzazione mondiale della salute sul trattamento del colesterolo negli adulti (WHO Adult Treatment Panel III National Cholesterol Education Program - ATP III-NCEP). Inoltre, la letteratura scientifica offre ulteriori definizioni di sindrome metabolica, come quelle della federazione internazionale dei diabeti (IDF) e l'associazione americana della salute del cuore e l'istituto del sangue e dei polmoni (AHA/NHLBI).

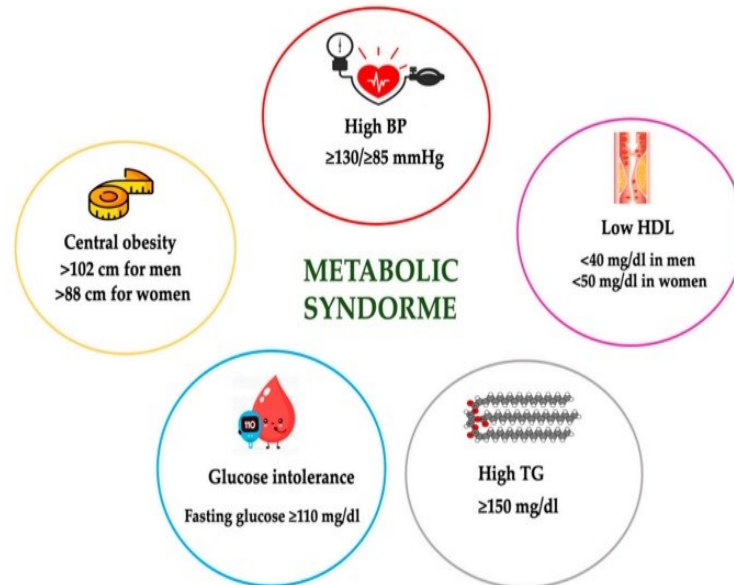


Figura 4. Definizione della sindrome metabolica secondo il WHO Adult Treatment Panel III National Cholesterol Education Program (ATP III-NCEP). BP, pressione sanguigna; HDL-C lipoproteina ad alta densità; TG, trigliceridi (33).

La prevalenza della sindrome metabolica, nei paesi sviluppati, raggiunge il 20/25% con un'incidenza in aumento, ed essa aumenta con l'invecchiamento. Nel passato, la presenza di sovrappeso e/o obesità, diabete mellito di tipo 2, insulino resistenza, ipertensione arteriosa e le alterazioni lipidiche erano comuni, in parte come risultato di cambiamenti della composizione corporea, caratterizzata da un maggiore massa grassa e una minor massa magra.

Abitudini comportamentali, come la riduzione di attività fisica e una dieta poco salutare sono collegate ad un miglioramento di insulino resistenza, specialmente se integrate con una dieta ad alto contenuto calorico.

Inoltre, i cambiamenti neuro ormonali collegati all'invecchiamento, inclusa la riduzione di ormoni anabolizzanti, come il fattore di crescita insulino simile (IGF) e il solfato deidroepiandrosterone, e l'incremento dei ROS (che causa la riduzione di meccanismi antiossidanti), contribuiscono alle alterazioni metaboliche tipiche della sindrome metabolica.

Nel trattamento di sindrome metabolica è stato dimostrato che uno stile di vita salutare può avere un effetto positivo. Le diete plant-based, come la dieta vegana, contengono cibi utili al trattamento e alla prevenzione della sindrome metabolica (34), in quanto possono giocare un ruolo protettivo attraverso diverse proprietà dietetiche: basso contenuto calorico, livello basso di acidi grassi saturi, alto contenuto di fibre, alto contenuto di frutta e verdura, eliminazione o riduzione di consumo di carne, assenza di ferro eme (figura 5).

La sindrome metabolica è spesso accompagnata da un eccessivo peso corporeo. In diversi studi, la comparazione tra diete plant-based e onnivore ha dimostrato che i soggetti che seguono una dieta a base vegetale hanno un apporto calorico minore e un indice di massa corporea minore degli onnivori (35).

Diversi studi (36) hanno osservato che le diete caratterizzate da un alto contenuto di acidi grassi saturi sono associate ad un incremento di rischio di sviluppo di sindrome metabolica. In relazione a questo, la dieta vegana, e anche le altre diete plant-based, sono caratterizzate da una presenza minore di acidi grassi saturi come dimostrato da studi e sperimentazioni (27).

L'associazione americana del cuore e l'istituto di medicina hanno raccomandato a adulti e bambini di seguire una dieta con un 10% di energia derivato da acidi grassi saturi per mantenere un equilibrio metabolico.

Le diete ricche in fibre sono associate ad un rischio di sviluppare la sindrome metabolica di circa il 20% in meno (37), perché la sostituzione di una parte di proteine di origine animale con proteine di origine vegetale aiutano ad incrementare l'assunzione di fibre. Lo studio ha dimostrato che l'apporto di fibre è significativamente più alto nelle diete plant-based e vegane rispetto agli onnivori. Il rischio di sviluppare la sindrome metabolica è più basso nei soggetti che seguono una dieta ad alto contenuto di frutta e verdura, che fornisce sostanze antiossidanti e antinfiammatori.

VEGAN

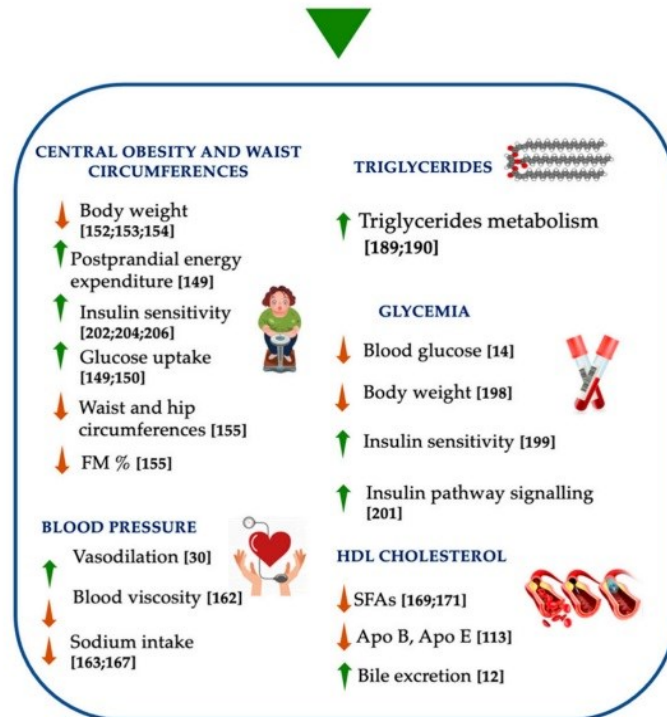


Figura 5. Effetti della dieta vegana sulla sindrome metabolica. APO, apolipoproteina (componente proteico delle HDL); FM, massa grassa; SFAs, acidi grassi saturi; ↑, aumenta; ↓, diminuisce (33).

La consumazione di carne, in particolare di carne rossa o processata, è stata associata ad un incremento del rischio di sviluppo della sindrome metabolica, diabete mellito di tipo 2 e cancro.

Infine, alcuni studi hanno dimostrato che il ferro eme, come l'aumento dei livelli di ferritina, intensificano il rischio di sviluppo di sindrome metabolica e diabete mellito di tipo 2 (38).

Sebbene il ferro eme sia più assorbibile del ferro non-eme, molti studi non dimostrano che i soggetti che seguono una dieta a base vegetale presentano livelli di ferritina subottimali.

La riduzione di assunzione di ferro eme è un'altra strategia potenziale per diminuire il rischio di sindrome metabolica e un'altra ragione che spiega perché la dieta vegana sia protettiva contro questa sindrome.

Quindi le diete vegane possiedono dei benefici per migliorare i parametri della sindrome metabolica, per la riduzione dei marcatori infiammatori e sono una misura preventiva per una migliore reazione immunitaria quando colpiti da patogeni (es. sindrome respiratoria acuta da coronavirus-2) (39).

2.2 ALTERAZIONI INDOTTE DALLA SINDROME METABOLICA

2.2.1 INFIAMMAZIONE DI BASSO GRADO

Alcuni studi hanno riportato evidenze che seguendo una dieta vegetale si riducono alcuni marcatori di infiammazione sistemica di basso grado e che quindi tale dieta può essere protettiva nei confronti dello sviluppo della sindrome metabolica.

In particolare, Park et al. (40) hanno testato l'associazione tra la proteina C reattiva (serve a valutare la presenza di un'infiammazione) ed i globuli bianchi in diversi schemi dietetici, incluse le diete plant-based. I risultati ottenuti hanno mostrato che tali diete, associate ad attività fisica e astinenza dal fumo, mantengono più bassi i livelli di globuli bianchi e di proteina C reattiva. In aggiunta, individui con apporti minori di dieta vegetale sembravano essere due volte più propensi a sviluppare la sindrome metabolica.

I dati di una ricerca brasiliana basati sullo studio di individui in sovrappeso (41) hanno evidenziato come gli onnivori abbiano una probabilità sei volte maggiore di sviluppare la sindrome metabolica rispetto a coloro che seguono una dieta vegetariana. Non sono state evidenziate differenze nei livelli di proteina C reattiva tra i 2 gruppi ma un aumento di enzimi epatici marcatori di infiammazione è stato inoltre evidenziato in pazienti con diabete di tipo 2.

Slywitch et al. (42) ha analizzato l'associazione tra i marcatori biochimici dell'infiammazione, la funzione del fegato, l'insulino-resistenza e l'indice di massa corporea negli individui vegetariani ed onnivori.

Le persone vegetariane obese hanno concentrazioni più basse di gamma glutamil transferasi (GGT), un fattore di malattia epatobiliare e di stress ossidativo, e ferritina rispetto agli onnivori (42).

Componenti specifici presenti in una dieta sana a base vegetale possono contribuire alla spiegazione di come queste diete possono migliorare le infiammazioni sistemiche di basso grado.

- **Fibre:** le diete vegetali sono ricche di fibre solubili ed insolubili.

L'assunzione di fibre altera positivamente il microbiota e aumenta la funzione della barriera intestinale e i marcatori antinfiammatori. La bassa densità energetica di questo nutriente è associata a un basso indice della massa corporea; quindi, c'è un effetto a lungo termine sull'adiposità che contribuisce anche a modulare la risposta infiammatoria (43).

- **Fitochimici:** le diete a base vegetale sane sono ricche di polifenoli, che sono ben conosciuti per la loro capacità antiossidante e antinfiammatoria. Questi componenti modulano l'infiammazione attraverso diversi meccanismi, come l'inattivazione del fattore nucleare kappa-B (proteina che si trova all'interno delle cellule e se viene attivata da stimoli infiammatori, es. virus, batteri, stress ossidativo e altro, stimola la produzione di molecole che alimentano il processo infiammatorio) e la modulazione dei percorsi della proteina chinasi (catalizza la fosforilazione di altre proteine) e degli acidi arachidonici (44).

- **Acidi grassi omega 3:** le diete a base vegetale sane sono ricche di acidi grassi omega 3, linolenico e alfa-linoleico grazie agli oli vegetali come noci, colza, semi e semi di soia e bassi in grassi saturi. Un incremento di derivati vegetali contenenti acido α -linolenico (ALA) potrebbe contribuire potenzialmente ad un decremento dell'infiammazione.

Uno studio controllato randomizzato per valutare l'effetto di una dieta ipo-energetica ricca in ALA (3.4 g/d) negli individui con sindrome metabolica dimostra una diminuzione di proteina C reattiva (45). L'elevato apporto di

ALA porta ad una riduzione della concentrazione sierica di YKL-40, una glicoproteina infiammatoria coinvolta nella disfunzione endoteliale, rispetto ad una dieta a basso contenuto di ALA.

In aggiunta, EPA e DHA contenuti nel pesce mostrano un effetto efficace nella riduzione di marcatori infiammatori.

Gli acidi grassi monoinsaturi dell'olio d'oliva e noci possono essere antinfiammatori in una dieta a base vegetale, in particolar modo sostituendo l'assunzione di grassi saturi.

Risultati di un'analisi dati (46) delle diete a base vegetale e la loro relazione con i marcatori di infiammazione e immunità mostrano che la consumazione di uno schema dietetico vegetariano è associato a livelli più bassi di proteina C reattiva, fibrinogeno (o fattore della coagulazione) e leucociti rispetto a coloro che seguono una dieta onnivora non vegetariana.

Una ricerca condotta da Grosso (47) sugli effetti antinfiammatori dei nutrienti versa più luce sugli effetti dei componenti dietetici sull'infiammazione.

Un esempio riguardo quanto appena citato viene dallo studio "Nurses' Health Study", il quale mostra che la sostituzione di carne rossa non processata con pesce, noci e legumi porta a livelli di ferritina e proteina C reattiva più bassi e vi sono stati miglioramenti dell'indice infiammatorio (valori: 0,00 – 0,50 mg/100 ml: assenza di infiammazione; 0,50 – 1,00 mg/100 ml: possibile processo infiammatorio non acuto; 1,00 – 10,00 mg/100 ml: infiammazione acuta lieve o moderata e oltre 10,00 mg/100 ml: processo infiammatorio acuto ed esteso) (48).

2.2.2 LA DIETA VEGANA E GLI EFFETTI SULL'INFIAMMAZIONE

L'elevata circonferenza della vita è una delle caratteristiche della sindrome metabolica, e l'obesità centrale è un segnale di infiammazione sistemica di basso grado.

Gli individui con sindrome metabolica diagnosticata, comunemente presentano un'infiammazione sistemica di basso grado. L'effetto della dieta sull'infiammazione potrebbe differire negli individui obesi con un profilo metabolico alterato.

Gli studi su come la dieta a base vegetale gioca un ruolo sull'infiammazione, per le persone colpite da sindrome metabolica, sono meno approfonditi rispetto a quelli sugli effetti riguardo i parametri chiave della sindrome metabolica, come dislipidemia, metabolismo del glucosio e circonferenza della vita. La letteratura attuale si focalizza su come la dieta vegana colpisce i più comuni segnali infiammatori.

I più comuni marcatori infiammatori misurati, nelle persone soggette a sindrome metabolica, sono la proteina C-reattiva (CRP) che indica l'entità e la gravità dell'infiammazione ma non la causa, interleuchina (IL) che induce le cellule a comunicare per attivare la risposta immunitaria, fattore di necrosi tumorale alfa ($TNF\alpha$) che induce infiammazione e febbre, fattore di crescita trasformante beta 1 ($TGF-\beta 1$), IL- $\beta 1$ che ha un'azione regolatrice, proteina chemioattrattante monociti 1 (MCP-1, chemochina per indicare la presenza di neuro infiammazione e degenerazione neurale), amiloide A sierica (marker di rischio cardiovascolare) e l'adiponectina antinfiammatoria (49). In aggiunta, è stato misurato il livello di ferritina nel sangue sulla base del suo ruolo nella sensibilità insulinica e nell'infiammazione. La ferritina è presente in tutte le cellule del corpo ma in concentrazioni maggiori nei macrofagi (cellule immunitarie) del midollo, della milza e del fegato. Essa costituisce una fonte intracellulare di ferro biodisponibile in una forma sicura ed accessibile.

La ferritina tende ad essere elevata nelle persone con sindrome metabolica ed è correlata all'incremento di produzione di epcidina (ormone peptidico prodotto dal fegato) e altre citochine infiammatorie (49).

È difficile determinare gli effetti della dieta plant-based negli studi osservati, in quanto vi potrebbero essere fattori non considerati come lo stile di vita più salutare comunemente seguito dagli individui che scelgono una dieta a base vegetale.

2.3 DIETA VEGANA E RISCHIO CARDIOVASCOLARE

La sindrome metabolica è quindi una condizione clinica caratterizzata da una serie di danni metabolici che a loro volta causano un incremento di rischio cardiovascolare. La malattia cardiovascolare è la principale causa di mortalità, attribuita ad una morte su tre. L'alta prevalenza di cardiopatia è collegata ai fattori di stile di vita come fumo, diete occidentali ricche di grasso animale, zuccheri aggiunti, cibi raffinati e mancanza di esercizio.

Una dieta vegetariana scarsa in grassi è l'unico modello dietetico che mostra, in sperimentazioni cliniche, la cessazione e l'inversione delle placche aterosclerotiche quando è combinata con esercizio fisico e gestione dello stress (50).

Le diete vegetariane sono associate ad un ridotto rischio di malattie cardiovascolari (24% in meno), cardiopatia ischemica e malattie cerebrovascolari rispetto alla dieta onnivora (50).

L'associazione positiva tra dieta plant-based e il rischio vascolare è ben nota nella letteratura; infatti, le persone che seguono un regime dietetico a base vegetale, e specialmente i vegani, hanno una minor incidenza di malattie cardiovascolari (51) (figura 6).

VEGAN

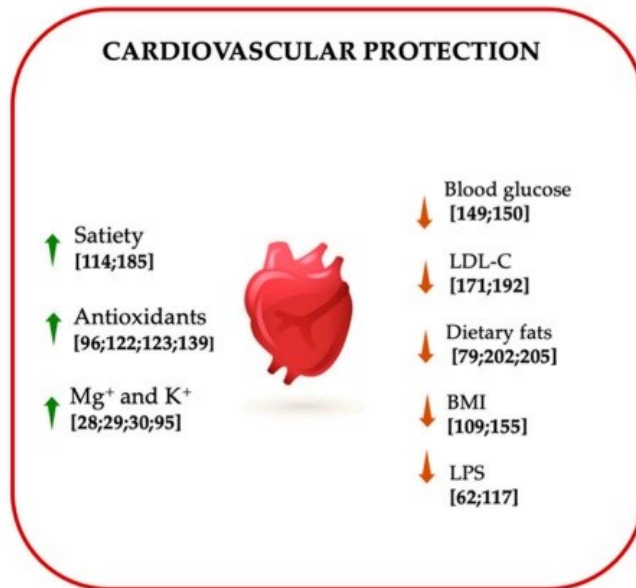


Figura 6. Gli effetti di una dieta vegana sulla protezione cardiovascolare (51).

Abbreviazioni: BMI, indice di massa corporea; K, potassio; LDL-C, lipoproteina del colesterolo a bassa densità; LPS, lipopolisaccaride; Mg, magnesio; ↑, aumenta; ↓, diminuisce.

In questo contesto, uno studio condotto da Key sui vegetariani sottolinea che il tasso di morte per malattia coronarica cardiaca è minore del 24% nei soggetti che seguono una dieta a base vegetale rispetto agli onnivori (52).

In un recente studio condotto da Kwok et al. (2014), il tasso di mortalità per infarto è minore del 22% negli uomini che seguono una dieta plant-based rispetto agli onnivori, mentre nelle donne non vi sono variazioni significative, dimostrando un effetto dipendente in base al genere.

Fontana et al. (2007) invece ha dimostrato che i soggetti vegani rispetto a coloro che seguono una dieta occidentale (ricca in grassi, fruttosio e alta nel colesterolo), hanno una protezione maggiore contro le malattie cardio metaboliche: vi è una riduzione del glucosio nel sangue, dell'indice di massa corporea e un miglioramento del profilo lipidico. Una dieta vegana può impattare positivamente sulla salute cardiovascolare attraverso un gran

numero di meccanismi biologici, e d'altra parte, sul mantenimento del peso corporeo a lungo termine, rispetto agli onnivori.

La dieta vegana è caratterizzata da un'assunzione di energia minore dovuta al basso contenuto di acidi grassi saturi e alto contenuto di fibre.

Le fibre sono componenti degli alimenti di origine vegetale (polimeri di carboidrati con dieci o più monomeri di unità) che variano per le loro proprietà fisiche e chimiche. Questi sono classificati tipicamente come fibre solubili o insolubili. La fibra non viene idrolizzata dagli enzimi digestivi e perciò non viene digerita nell'intestino umano.

Una delle funzioni della fibra è quella di influenzare la funzione intestinale facilitando il transito del cibo, normalizzando i movimenti dell'intestino, incrementando la massa fecale e prevenendo la costipazione.

Le fibre solubili si dissolvono in acqua e formano gel viscosi nel lume intestinale per ritardare o ridurre parzialmente l'assorbimento di carboidrati, grassi e colesterolo. Esse si trovano nelle verdure, nei legumi, nella frutta (mele, pere, agrumi), cereali (avena, orzo), mentre le fibre insolubili si trovano maggiormente nelle verdure, patate, noci, cereali integrali (crusca del frumento).

In particolare, la consumazione di queste fibre riduce l'apporto energetico attivando segnali di sazietà con un aumento della distensione gastrica e la formazione di gel dovuto all'assorbimento di acqua dalle fibre solubili. La formazione di questo gel viscoso dalle fibre solubili può anche ritardare lo svuotamento gastrico e prolungare l'assorbimento nutritivo, inoltre promuove la sazietà e la modulazione dell'insulina e le risposte glicemiche post-prandiali.

Un altro meccanismo chiave attraverso cui la dieta vegana può migliorare la salute cardiovascolare è il suo impatto sul metabolismo del colesterolo. Il basso contenuto di acidi grassi saturi e l'alto contenuto di grassi insaturi migliora il profilo lipidico. Studi in vitro dimostrano che gli acidi grassi saturi attivano il Toll Like-Receptor-4 (TLR4, recettore capace di riconoscere profili molecolari conservati nei microrganismi patogeni, che potrebbero essere deleteri per l'organismo ospite) segnalando il percorso che induce il rilascio di citochine, attivando lo stato di infiammazione cronico (53).

Gli acidi grassi saturi possono anche interagire con il microbiota intestinale promuovendo la traslocazione del lipopolisaccaride ad una potente endotossina pro-infiammatoria (54).

Perciò, una dieta ricca di grassi insaturi e bassa di acidi grassi saturi può ridurre il rischio di malattie cardiovascolari attraverso effetti potenzialmente antinfiammatori.

Inoltre, sappiamo che i cibi di origine vegetali sono ricchi di polifenoli, componenti naturali bioattivi prodotti dalle piante come metaboliti secondari. I polifenoli sono classificati secondo la loro struttura in 4 grandi classi: flavonoidi, lignani, acidi fenolici e stilbeni. Diversi studi in vitro dimostrano che i polifenoli hanno un'alta capacità antiossidante dovuta alla loro abilità di modulare la produzione di ossido nitrico (NO), permettendo ai polifenoli di preservare la funzione endoteliale (55).

I polifenoli potrebbero migliorare lo stato cardiovascolare attraverso l'inibizione dell'aggregazione delle piastrine, la riduzione dell'infiammazione vascolare, la modulazione del processo apoptotico (morte cellulare programmata), la riduzione dell'ossidazione delle LDL-C e il miglioramento del profilo lipidico (55).

La dieta vegana è ricca in altri nutrienti antiossidanti, come la vitamina C, vitamina E, β -carotene, potassio e magnesio. In particolare, è stato dimostrato che il potassio è in grado di ridurre la pressione sanguigna e il rischio di infarto grazie agli effetti benefici sulla funzione endoteliale e l'omeostasi vascolare. Il magnesio è stato associato ad un miglioramento cardio metabolico per la sua azione sul metabolismo del glucosio e per le sue proprietà antinfiammatorie, vasodilatatorie e antiaritmiche (56).

2.4 DIETA VEGANA, OBESITA' CENTRALE E CIRCONFERENZA DELLA VITA

Le diete a base vegetale hanno dimostrato un'effettiva perdita di peso corporeo, in particolare nella riduzione viscerale e sottofasciale di grasso nel tessuto muscolare, che è coinvolto nell'omeostasi del glucosio. Nello studio condotto da Berkow et al. (26), è stato dimostrato che le persone che seguono diete vegane tipicamente hanno un peso più basso rispetto a coloro che seguono altri tipi di diete, suggerendo che esse potrebbero aiutare nella prevenzione o nel trattamento di danni della composizione corporea.

L'analisi dati condotta da Neal et al. (26), dimostra che la prescrizione di una dieta a base vegetale è associata ad una riduzione media del peso corporeo di 3.4 kg in un'analisi intent-to-treat e 4.6 kg in un'analisi globale. In questo studio, non sono state osservate differenze di perdita di peso tra i LOV e le persone che seguono una dieta vegana.

Vi sono due meccanismi che sembrano essere coinvolti nella perdita di peso in associazione con la dieta. Il primo meccanismo è collegato all'alto contenuto di fibra, mentre il secondo è collegato all'aumento di spesa di energia postprandiale. In uno studio sulle donne in sovrappeso dopo la menopausa, una dieta vegana povera di grassi, seguita per 14 settimane, ha indotto una significativa perdita di peso connessa all'incremento della sensibilità insulinica migliorando l'assorbimento del glucosio (28).

In uno studio eseguito da Huang et al. (57), è stato dimostrato che i soggetti che seguono una dieta plant-based hanno un decremento del peso corporeo, rispetto alle diete onnivore. I ricercatori hanno osservato una riduzione del peso corporeo di 2.52 kg rispetto agli 1.48 kg dei soggetti che seguono una dieta ad libitum.

Un altro studio condotto da Turner McGrievy et al. (25), ha analizzato l'impatto della dieta vegana sulla perdita di peso. Questo studio ha confermato che essa promuove la perdita di peso in maniera significativa,

rispetto alla dieta onnivora, semi vegetariana e pesco-vegetariana, dopo 6 mesi di follow up.

La dieta vegana porta ad un'assunzione potenziata di macronutrienti, fibre e colesterolo, risultante utile per la prevenzione e trattamento dell'obesità. In uno studio condotto da Moore et al. (25), si dimostra che le persone sovrappeso o obese ottengono una maggior perdita di peso seguendo una dieta vegana piuttosto che una dieta vegetariana, semi-vegetariana e pesco-vegetariana.

Uno studio di Chen et al. (2), dopo sette anni di follow up, valuta se una dieta vegana "stretta" è in grado di prevenire l'accumulo di grasso addominale in soggetti anziani. I risultati dimostrano che la dieta vegana porta ad un più basso indice di massa corporea, circonferenza di vita-fianchi, e massa grassa (in termini di percentuale), confermando che questa dieta è associata ad una migliore composizione corporea rispetto ad una dieta libera.

Questo effetto sembra essere indotto dai componenti contenuti nei prodotti di origine vegetale come le fibre, acidi clorogenici (es. nel caffè), antiossidanti, proteine vegetali e acidi grassi omega 6 grazie alla riduzione di sazietà e attraverso la modulazione del microbiota intestinale, allo stato infiammatorio e allo stress ossidativo.

2.5 DIETA VEGANA E PRESSIONE SANGUIGNA

La pressione sanguigna è il più importante fattore di rischio cardiovascolare modificabile, contando circa il 50% di eventi ischemici al cuore e al cervello.

Il tipo di dieta gioca un ruolo fondamentale nella prevenzione e nel trattamento di ipertensione arteriosa (elevata pressione del sangue nelle arterie), che è definita come pressione sistolica (pressione massima) fino a 140 mm Hg e pressione diastolica (pressione minima) fino a 90 mm Hg. L'insorgenza di alta pressione sanguigna può essere ritardata e controbilanciata con l'adozione di una dieta appropriata. La seconda dovrebbe essere caratterizzata da una bassa assunzione di acidi grassi saturi, alta assunzione di frutta a verdura, ridotta quantità di cibo ricco di sale (aggiunto o naturalmente presente) e limitazione della consumazione di alcol per raggiungere e mantenere nel tempo un corretto peso corporeo.

I meccanismi positivi sulla ipertensione arteriosa sono: miglior vasodilatazione, incremento di assunzione di antiossidanti e componenti antinfiammatori, migliore sensibilità all'insulina, una viscosità sanguigna minore e un cambiamento positivo nella composizione del microbiota intestinale.

Alcuni schemi dietetici e gruppi di alimenti sono associati ad un minor rischio di sviluppare l'ipertensione arteriosa. I cibi a base vegetale sono associati a livelli più bassi di pressione sanguigna, rispetto agli onnivori, e possono ridurre la pressione sanguigna sistolica a 6.7 mm Hg e quella diastolica a 5.9 mm Hg. Un'analisi dati di 7 sperimentazioni e 32 osservazioni concludono che la dieta vegetariana causa una pressione sanguigna sistolica e diastolica inferiore rispetto agli onnivori (57, 58).

Al contrario, le carni rosse e processate sembrano incrementare il rischio di sviluppo di ipertensione arteriosa (58).

La dieta vegana non è stata associata a un significativo cambiamento della pressione sanguigna sistolica e diastolica, rispetto alle diete plant-based che risultano meno restrittive.

In ogni caso, è interessante notare che lo studio condotto da Lopez et. al. (25), la pressione sanguigna sistolica era di 130 mm Hg, e dopo una dieta vegana si è osservato un decremento medio di 4 mm Hg in entrambe le pressioni (sistolica e diastolica). In questo studio è anche stato dimostrato che l'effetto della dieta vegana sulla pressione sanguigna è simile a quella delle diete raccomandate dalle società mediche. Questo schema dietetico è caratterizzato da una ridotta assunzione di sodio, una più bassa pressione sistolica da 1 a 4 mm Hg negli individui normotesi, e da 5 a 7-8 mm Hg nei pazienti con ipertensione arteriosa.

2.6 METABOLISMO LIPIDICO

Gli effetti benefici degli alimenti di origine vegetale comportano un minor rischio di sviluppo di malattie cardiovascolari e influenzano diverse vie metaboliche, come il metabolismo lipidico. La qualità del grasso è determinata dal contenuto di diversi tipi di acidi grassi. Il grasso animale come la carne, il burro, prodotti lattiero-caseari, olio di palma e olio di cocco tropicale sono tipicamente ricchi in acidi grassi saturi. Diverso è il discorso per grassi vegetali, che consistono maggiormente in oli vegetali, sono generalmente ricchi in acidi grassi insaturi. La sostituzione di acidi grassi saturi con quelli insaturi riduce LDL-C senza influenzare HDL-C e i trigliceridi. L'effetto di riduzione dell'LDL-C è migliore quando gli acidi grassi saturi vengono rimpiazzati con i PUFA (acidi grassi polinsaturi) (36). Sostituendo gli acidi grassi saturi con i carboidrati vi è una diminuzione di LDL-C e HDL-C ma un incremento di trigliceridi. Perciò non migliora il profilo lipidico in toto. Quindi per ottenere il miglior effetto benefico sul metabolismo lipidico, è necessario rimpiazzare gli acidi grassi saturi con i grassi insaturi. L'assunzione di PUFA come gli acidi grassi a catena lunga omega 3 (EPA e DHA), nella dieta vegana, avviene dall'olio di pesce (se necessario, anche come integratore) e non vi sono effetti sostanziali nell'LDL-C mentre vengono influenzate le concentrazioni di trigliceridi, che sono minori (59). Inoltre, le diete vegane sono ricche di fibre ed è stato dimostrato che un apporto di 4-10 g/giorno di diversi tipi di acidi grassi porta ad una riduzione del 5-10% di LDL-C senza influenzare i valori di HDL-C e trigliceridi (60).

Infatti, gli acidi grassi hanno un'alta viscosità e diminuiscono l'assorbimento di macronutrienti, colesterolo e acidi biliari, causando un aumento dell'escrezione fecale. Un ridotto riassorbimento e un aumento dell'escrezione degli acidi biliari stimolano la loro sintesi nel fegato che riduce la concentrazione sierica di colesterolo totale.

Le diete a base vegetale sono anche caratterizzate dalla presenza di fitosteroli, inclusi steroli e stanoli vegetali, che sono simili alla struttura e funzione del colesterolo. Il colesterolo è un composto organico che gioca funzioni importanti nel corpo, inclusa la sintesi di numerosi ormoni e la formazione di membrane cellulari, in particolare di cellule nervose. Esso è prodotto endogenamente dal corpo, cioè dal fegato ed è assorbito esogenamente attraverso il cibo. Il colesterolo è presente in tutti gli alimenti di origine animale (carne rossa, pollame, uova, latte, formaggio), mentre non è presente in nessun cibo di origine vegetale. L'HDL-C inoltre conferisce un effetto protettivo ai disturbi aterosclerotici.

I fitosteroli si trovano naturalmente in tutti i cibi ed oli di origine vegetale (specialmente negli oli non raffinati), nelle margarine a base di olio vegetale, nei semi, nelle noci, nei cereali, nei legumi, nella verdura e nella frutta. L'assunzione di 2 g/giorno di fitosteroli riduce l'assorbimento di colesterolo del 30-40%, risultante in una riduzione del 10% di LDL-C. I meccanismi di azione sono molteplici: parziale inibizione dell'assorbimento intestinale di colesterolo (dietetico e della bile), trasferimento del colesterolo da micelle miste dovuto dalla limitata abilità di incorporare steroli e simulazione dell'escrezione del colesterolo attraverso la via trans intestinale. Inoltre, è stato dimostrato che l'assunzione di fitosteroli è in grado di ridurre le apolipoproteine antiaterogeniche (contrastano la formazione di placche aterosclerotiche) come Apo-AI e Apo-CII.(61)

La concentrazione sierica dei trigliceridi e dell'HDL-C in rapporto al colesterolo totale tende ad essere inferiore nelle persone che consumano diete a base vegetale. Diversi studi dimostrano che le diete plant-based sono in grado di abbassare i lipidi nel plasma, in particolare i trigliceridi, rispetto alla dieta onnivora (62). A questo riguardo, i soggetti che seguono

una dieta vegetale tendono ad avere valori più bassi di LDL-C rispetto agli onnivori. In uno studio fondato su 3 gruppi di 60 soggetti che seguivano una dieta plant-based vi è stato un incremento della secrezione post-prandiale di ormoni gastrointestinali, rispetto a diete contenenti formaggi o carni, in uomini sani, diabetici e obesi (63). Queste proprietà potrebbero avere implicazioni pratiche per la gestione dell'ipertrigliceridemia in alcune condizioni metaboliche. In uno studio condotto in Slovenia, ai partecipanti venne imposta una dieta plant-based con un intervento a breve, medio e lungo termine. In particolare, l'intervento dietetico è durato tra i 0.5 e 10 anni. Nelle donne per un lungo periodo ha mostrato un abbassamento di trigliceridi nel plasma e dei valori di LDL-C. Un'altra rivista dimostra che una dieta a base vegetale è associata ad un abbassamento di lipidi nel plasma. In particolare, diminuzione dei valori di colesterolo totale, LDL-C e HDL-C ma non di trigliceridi nel plasma (64).

In uno studio condotto da Vinagre (65) vi è la dimostrazione che i vegani hanno una migliore regolazione del metabolismo lipidico, in particolare dei trigliceridi. Essa è più efficiente nella rimozione di residui potenzialmente aterogenici. È stato dimostrato che la dieta vegana migliora le vie metaboliche di trigliceridi ricchi in lipoproteine, in quanto la rimozione delle lipoproteine residue dalla circolazione è più veloce rispetto che negli onnivori, mentre il processo di lipolisi (scissione dei trigliceridi e conseguente liberazione di acidi grassi liberi e glicerolo) sembra essere uguale.

Secondo un'analisi dati condotta da Benatar che studia uno o più fattori di rischio cardio metabolico nei vegani vs gli onnivori, i trigliceridi e altri parametri lipidici (come LDL-C), sono più bassi nei vegani (66).

Le fibre sono inversamente correlate ai livelli di trigliceridi, come dimostrato da Li et al., (2018) in uno studio di partecipanti in salute in cui i vegani hanno livelli di trigliceridi più bassi dopo 3 giorni di dieta vegana.

2.7 GLICEMIA

La prevalenza di diabete mellito di tipo 2 appare essere relativamente bassa tra coloro che seguono una dieta plant-based.

Questo tipo di diabete è risultato dall'incapacità di utilizzare l'insulina (ormone prodotto dal pancreas) che stimola l'ingresso del glucosio nel citosol delle cellule di organi insulino-dipendenti.

Numerosi studi clinici hanno dimostrato un miglioramento nel controllo glicemico e nella riduzione di insorgenza di malattie cardiovascolari. Una prova pilota di 12 settimane, condotta su pazienti con DMT2 che seguono una dieta vegana, mostra un 28% di decremento del livello di glucosio nel sangue, rispetto ad un 12% misurato su chi invece segue una dieta libera (67).

I benefici di una dieta plant-based sul rischio di insorgenza del DMT2 sono attribuibili non solo all'abolizione della carne ma anche alle proprietà nutritive dei cibi di origine vegetale. Una stretta consumazione di cibo vegetale offre più benefici per quanto riguarda peso corporeo e controllo glicemico rispetto ad una dieta basata sulle raccomandazioni nutrizionali della American Diabetes Society (ADA) e/o la Società Europea che si occupa di studi sul diabete (EASD) ed è associato ad una forte riduzione di farmaci ipoglicemici.

Questa sostenibilità a lungo termine delle diete plant-based è probabilmente dovuta a una varietà ampia di disponibilità di cibo, alla sua alta gradevolezza al gusto ed al suo effetto saziante. Di certo, la dieta plant-based rappresenta uno schema dietetico che non può essere proposto facilmente alla maggior parte dei diabetici di tipo 2 della parte occidentale perché l'alto apporto di carboidrati, indotto dalla dieta plant-based ha bisogno di essere supervisionato da un nutrizionista attraverso un piano dietetico personalizzato.

Gli effetti più importanti sono stati osservati con diete ristrette nelle calorie che portano ad una perdita di peso, un fattore ben conosciuto che influenza il controllo glicemico. Sulla base di queste considerazioni, ADA dichiara che,

per chiarire l'efficacia delle diete plant-based sul controllo glicometabolico, studi attuali hanno bisogno di assestare la qualità della dieta in quanto gli studi disponibili sono più focalizzati sul cibo che non viene consumato piuttosto che su quello consumato.

Il cibo che si preferisce consumare per la prevenzione ed il trattamento del diabete mellito contiene un gran numero di fibre. Per questa ragione, il cibo plant-based è l'unico che garantisce la disponibilità di questi nutrienti. La soia è una proteina comunemente utilizzata tra i vegani, in quanto contiene alti livelli di lisina, leucina, isoleucina, fenilalanina, calcio e fosfato, che hanno dimostrato di aiutare il controllo glicemico e la sensibilità all'insulina.

L'assunzione di cereali, specialmente quelli integrali, riduce il rischio di diabete mellito in quanto sono ricchi di magnesio e fibre. Consumando quantità sufficienti di magnesio non vi è alterazione dei percorsi dell'insulina.

Uno studio clinico, condotto da Barnard et. al., (28) analizza l'efficienza della dieta vegana nei pazienti affetti da diabete mellito di tipo 2. I soggetti sono divisi in 2 sottogruppi, in cui il primo adotta una dieta vegana povera di grassi e il secondo una dieta vegana che segue le linee dietetiche dell'ADA. In entrambi i gruppi vi è un miglioramento del profilo glicemico e lipidico, ma questi risultati erano più evidenti nel gruppo che seguiva la dieta vegana povera di grassi.

Molti studi hanno dimostrato che la dieta vegana ha un ruolo protettivo contro il diabete mellito di tipo 2 e l'obesità. Infatti, uno studio condotto da Agrawal sulla popolazione adulta di nazionalità indiana mostra che i vegani hanno una minor prevalenza di DMT2 ed obesità rispetto agli onnivori (68).

Questi effetti benefici sono dovuti all'assenza di grassi di origine animale e all'aumento di consumazione di cibo a basso indice glicemico. Tra questi i cereali integrali che migliorano la risposta insulinica e riducono il rischio di sviluppare DMT2 attraverso l'azione dei nutrienti come la vitamina E ed il magnesio.

2.8 NUTRIENTI CON EFFETTI BENEFICI SUI PARAMETRI DELLA SINDORME METABOLICA

Nelle diete plant-based sono inclusi alimenti come fibre, polifenoli, carotenoidi e flavonoidi, derivati principalmente da cereali integrali, frutta, verdura, come gli acidi grassi omega 3 nella dieta pesco-vegetariana.

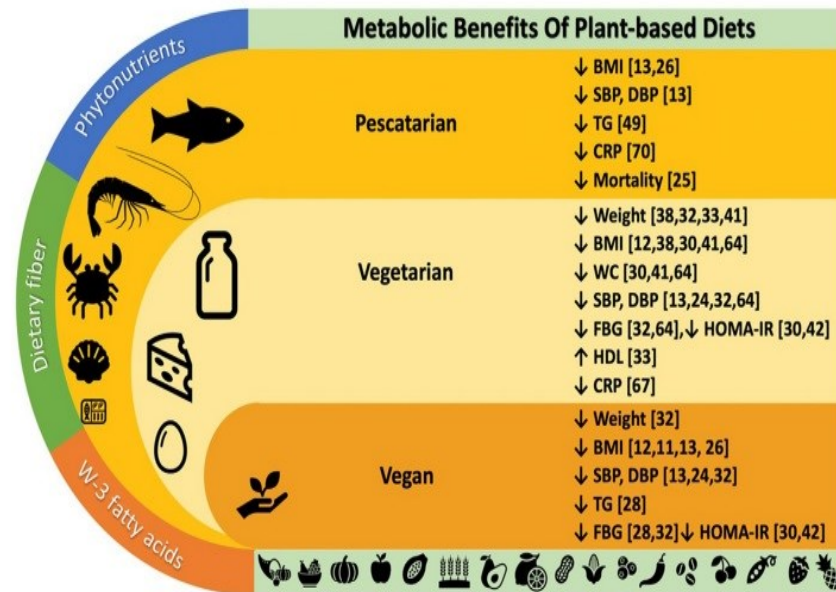


Fig. 1. Benefits of different plant-based diets: vegan, vegetarian (may include dairy and eggs), and pescatarian on the parameters of metabolic syndrome and inflammatory markers. The number in brackets is the corresponding reference. Abbreviations used: BMI, body mass index; CRP, C reactive protein; DBP, diastolic blood pressure; FBG, fasting blood glucose; IR, insulin resistance; SBP, systolic blood pressure; TG, triglycerides

Figura 7. Benefici metabolici delle diete plant-based. (4)

Come possiamo notare dallo schema sopra citato (figura 7), seguendo la dieta vegana avremmo una riduzione nel peso, indice di massa corporea (BMI), pressione sanguigna sistolica e diastolica, trigliceridi, livelli di glicemia a digiuno (FBG) e insulino-resistenza (HOMA-IR).

I nutrienti sotto riportati (seguendo una dieta vegana) promuovono effetti cardio protettivi e migliorano i biomarcatori nella sindrome metabolica:

- **Fibre:** risultano diminuire il colesterolo plasmatico legandosi agli acidi biliari e al colesterolo alimentare nel lume intestinale, riducendo così l'assorbimento di colesterolo. La perdita di acidi biliari risulta da un meccanismo compensatorio, mediante il quale gli acidi biliari sono formati dal colesterolo epatico. La diminuzione del colesterolo deriva dalla modulazione delle risposte recettoriali del recettore LDL e della rimozione di esso dal plasma.

Le fibre inoltre hanno mostrato una diminuzione del peso corporeo, BMI (Body Mass Index), e WC (Waist Circumference – circonferenza del girovita) fornendo una sensazione di sazietà e riduzione nella consumazione di calorie (69).

- **Acidi grassi omega 3:** il derivato vegetale, acido alfa linolenico (ALA), è disponibile da fonti vegetali come oli vegetali, incluso quello di semi di lino, soia, e oli di colza. L'acido alfa linolenico è un acido grasso omega 3 essenziale metabolizzato in EPA (acido eicosapentaenoico o DHA (acido docosaesaenoico)).

Un supplemento di acidi grassi omega 3 potrebbe migliorare le caratteristiche della sindrome metabolica nell'obesità indotta, incluse insulino-resistenza, ipertensione, dislipidemia, abbassando i trigliceridi nel plasma (70).

- **Polifenoli:** diete salutari includono un alto apporto di cibi ricchi di polifenoli come noci, frutta, verdura, spezie e olio d'oliva. Questi potrebbero prevenire lo sviluppo e la progressione della sindrome metabolica, perdendo peso corporeo, abbassando la pressione sanguigna e il glucosio plasmatico, incrementando un metabolismo lipidico anomalo (34).

- **Flavonoidi:** la consumazione di flavonoidi nella dieta è associata a un minor rischio di sindrome metabolica. Gli isoflavoni (fitonutrienti antiossidanti), presenti soprattutto nella soia, lenticchie e ceci hanno proprietà antinfiammatorie e proteggono contro la sindrome metabolica prevenendo l'insorgenza di ipertensione, iperglicemia, dislipidemia e arteriosclerosi. La dose massima è di 80 mg/d.

Un recente studio dimostra che l'apporto di prodotti di soia migliora effettivamente i profili lipidici e i parametri glicemici nella sindrome metabolica. Gli isoflavoni genisteina e diazina potrebbero migliorare la salute cardiovascolare incrementando la resistenza ossidativa delle LDL, lipoproteine a bassa densità che trasportano il colesterolo dal fegato al resto del corpo rilasciandolo nei tessuti e nelle cellule (colesterolo "cattivo"), e inibendo la formazione di trombi (71).

- Carotenoidi: essi sono nutrienti antiossidanti che possono alterare la composizione delle lipoproteine, colpendo i componenti della sindrome metabolica.

Una ricerca riguardante gli uomini di mezza età valuta il collegamento tra vitamina A e carotenoidi e la sindrome metabolica; gli autori riportano una minor prevalenza di sindrome metabolica e una riduzione dei trigliceridi nel siero in seguito ad assunzioni importanti di carotenoidi, maggiormente beta-carotene e licopene.

Osservazioni e studi aggiuntivi suggeriscono che l'assunzione di luteina e zeaxantina è correlata in modo positivo con HDL-C sierico ma negativamente con LDL-C e trigliceridi sierici. Il licopene nella dieta potrebbe fornire un ruolo protettivo, in associazione dei parametri individuali, nella sindrome metabolica (57).

CONCLUSIONI

Le diete plant-based, in particolare quelle vegane, rappresentano uno schema dietetico adottato per anni da gruppi di persone, inizialmente basato sull'etica, sull'ideologia e su ragioni ambientali.

Attualmente, la dieta vegana viene utilizzata in modo da migliorare il peso e la composizione corporea, tipiche alterazioni nella sindrome metabolica. Questa dieta sembra essere utile nella prevenzione e trattamento della sindrome metabolica e nelle malattie cardiovascolari se ben pianificata da una nutrizionista. Per questa ragione, studi clinici a lungo termine dovrebbero essere portati avanti per definire l'impatto della dieta vegana sull'insorgenza e sulla progressione dei disturbi cronici degenerativi, tali come sindrome metabolica e malattie cardiovascolari.

Riguardo i diversi tipi di dieta plant-based discussi, possiamo constatare che la dieta vegana porta ad un'effettiva perdita di peso e riduzione dei marcatori infiammatori; anche se, la diminuzione dell'HDL-C è un punto a sfavore di questa dieta.

Le diete latte-ovo vegetariane, che includono latticini e uova, contengono nutrienti antiossidanti che migliorano l'infiammazione e la dislipidemia, apportando effetti benefici alla sindrome metabolica.

Direzioni future dovrebbero focalizzarsi sulla nutrizione di precisione e le sue applicazioni ai fattori di rischio metabolico e sulle diete plant-based. Per esempio, la caveolina 1 (CAV-1) è la principale proteina strutturale della caveolina, ed è correlata all'insulino resistenza e alla sindrome metabolica. Uno studio recente (72) valuta le interazioni tra un polimorfismo sul gene che codifica per la caveolina-1 e l'indice dietetico a base vegetale (Plant-based Dietary Index) sui marcatori metabolici e infiammatori nelle donne iraniane in sovrappeso ed obese. I ricercatori hanno evidenziato che i portatori di allele AA che consumano una dieta plant-based hanno più basse concentrazioni di enzimi del fegato (aspartato transaminasi e alanina amino transferasi), di insulina, MCP-1 e hsCRP rispetto agli omozigoti GG.

Nell'ambito di una nutrizione di precisione, sono necessari ulteriori studi volti a chiarire le interazioni tra dieta e genetica per una migliore comprensione di come una dieta salutare a base vegetale possa migliorare gli indicatori di rischio di sindrome metabolica.

Bibliografia

1. Chen Z, Zuurmond MG, van der Schaft N, Nano J, Wijnhoven HAH, Ikram MA, et al. Plant versus animal based diets and insulin resistance, prediabetes and type 2 diabetes: the Rotterdam Study. *Eur J Epidemiol* [Internet]. 2018;33(9):883–93. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10654-018-0414-8>
2. McDonald D, Hyde E, Debelius JW, Morton JT, Gonzalez A, Ackermann G, et al. An Open Platform for Citizen Science Microbiome Research. *mSystems* [Internet]. 2018;3(3):1–28. Available from: <http://humanfoodproject.com/>
3. Gazdecki M. A Comprehensive Review of the Benefits of and the Barriers to the Switch to a Plant-Based Diet. 2020;1–18.
4. Thomas MS, Calle M, Fernandez ML. Healthy plant-based diets improve dyslipidemias, insulin resistance, and inflammation in metabolic syndrome. A narrative review. *Adv Nutr* [Internet]. 2023;14(1):44–54. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2022.10.002>
5. McGuire S. Scientific report of the 2015 dietary Guidelines Advisory Committee. Washington, DC: US Departments of Agriculture and Health and Human Services, 2015. *Adv Nutr*. 2016;7(1):202–4.
6. Pimentel D, Pimentel M. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2003;78(3 SUPPL.):660S–663S. Available from: <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.660S>
7. Morin É, Michaud-Létoirneau I, Couturier Y, Roy M. A whole-food, plant-based nutrition program: Evaluation of cardiovascular outcomes and exploration of food choices determinants. *Nutrition*. 2019;66:54–61.
8. Rosa EM da, Scatola RP, Possa R. Cardiovascular risk in vegetarians and omnivores: a comparative study. *Arq Bras Cardiol*. 2008;91(4):214–21.
9. Allès B, Baudry J, Méjean C, Touvier M, Péneau S, Hercberg S, et al. Comparison of sociodemographic and nutritional characteristics between self-reported vegetarians, vegans, and meat-eaters from the nutrinet-santé study. *Nutrients*. 2017;9(9).
10. Bakaloudi DR, Halloran A, Rippin HL, Oikonomidou AC, Dardavesis TI, Williams J, et al. Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. *Clin Nutr* [Internet]. 2021;40(5):3503–21. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.11.035>
11. World Health Organization (WHO). Healthy diets: Fact sheet. *World Heal Organ* [Internet]. 2018;FACT SHEET(394):1–6. Available from:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs394/en/>

12. Daly JM, Heymsfield SB, Head CA, Harvey LP, Nixon DW, Katzef H, et al. Human energy requirements: overestimation by widely used prediction equation. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1985 Dec 1;42(6):1170–4. Available from: <https://doi.org/10.1093/ajcn/42.6.1170>
13. Schmidt JA, Rinaldi S, Scalbert A, Ferrari P, Achaintre D, Gunter MJ, et al. Plasma concentrations and intakes of amino acids in male meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans: A cross-sectional analysis in the EPIC-Oxford cohort. *Eur J Clin Nutr*. 2016;70(3):306–12.
14. Papier K, Tong TY, Appleby PN, Bradbury KE, Fensom GK, Knuppel A, et al. Comparison of major protein-source foods and other food groups in meat-eaters and non-meat-eaters in the epic-oxford cohort. *Nutrients*. 2019;11(4).
15. Newby PK, Tucker KL, Wolk A. Risk of overweight and obesity among semivegetarian, lactovegetarian, and vegan women. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2005;81(6):1267–74. Available from: <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.6.1267>
16. Elorinne AL, Alfthan G, Erlund I, Kivimäki H, Paju A, Salminen I, et al. Food and nutrient intake and nutritional status of Finnish vegans and non-vegetarians. *PLoS One*. 2016;11(2):1–14.
17. Davey GK, Spencer EA, Appleby PN, Allen NE, Knox KH, Key TJ. EPIC–Oxford:lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutr*. 2003;6(3):259–68.
18. Selinger E, Kühn T, Procházková M, Anděl M, Gojda J. Vitamin B12 deficiency is prevalent among czech vegans who do not use vitamin B12 supplements. *Nutrients*. 2019;11(12):1–11.
19. Kristensen NB, Madsen ML, Hansen TH, Allin KH, Hoppe C, Fagt S, et al. Intake of macro- and micronutrients in Danish vegans. *Nutr J* [Internet]. 2015;14(1):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12937-015-0103-3>
20. Gallego-Narbón, Zapatera, Vaquero. Physiological and Dietary Determinants of Iron Status in Spanish VegeGallego-Narbón, Zapatera, & Vaquero. (2019). Physiological and Dietary Determinants of Iron Status in Spanish Vegetarians. *Nutrients*, 11(8), 1734. <https://doi.org/10.3390/nu11081734>taria. *Nutrients*. 2019;11(8):1734.
21. Sobiecki JG, Appleby PN, Bradbury KE, Key TJ. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: Results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study. *Nutr Res* [Internet]. 2016;36(5):464–77. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nutres.2015.12.016>

22. Appleby PN, Davey GK, Key TJ. Hypertension and blood pressure among meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans in EPIC–Oxford. *Public Health Nutr.* 2002;5(5):645–54.
23. Clarys P, Deliens T, Huybrechts I, Deriemaeker P, Vanaelst B, Keyzer W De, et al. Comparison of Nutritional Quality of the Vegan, Vegetarian, Semi-Vegetarian, Pesco-Vegetarian and Omnivorous Diet. 2014;2010:1318–32.
24. HOLT LE, SNYDERMAN SE. Protein and Amino Acid Requirements of Infants and Children. *Nutr Abstr Rev.* 1965;35:1–13.
25. Marrone G, Guerriero C, Palazzetti D, Lido P, Marolla A, Di Daniele F, et al. Vegan diet health benefits in metabolic syndrome. *Nutrients.* 2021;13(3):1–24.
26. Berkow SE, Barnard N. Vegetarian diets and weight status. *Nutr Rev.* 2006;64(4):175–88.
27. Sanders TAB. Essential fatty acid requirements of vegetarians in pregnancy, lactation, and infancy. *Am J Clin Nutr [Internet].* 1999;70(3 SUPPL.):555S-559S. Available from: <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.555s>
28. Tomova A, Bukovsky I, Rembert E, Yonas W, Alwarith J, Barnard ND, et al. The effects of vegetarian and vegan diets on gut microbiota. *Front Nutr.* 2019;6(April).
29. Hever J. *Plant-Based Diets : A Physician ' s Guide.* 2016;20(3):93–101.
30. Weikert C, Trefflich I, Menzel J, Obeid R, Longree A, Dierkes J, et al. Versorgungsstatus mit Vitaminen und Mineralstoffen bei veganer Ernährungsweise. *Dtsch Arztebl Int.* 2020;117(35–36):575–82.
31. Zhao Y, Martin BR, Weaver CM. Calcium bioavailability of calcium carbonate fortified soymilk is equivalent to cow's milk in young women. *J Nutr [Internet].* 2005;135(10):2379–82. Available from: <https://doi.org/10.1093/jn/135.10.2379>
32. Pawlak R, Berger J, Hines I. Iron Status of Vegetarian Adults: A Review of Literature. *Am J Lifestyle Med.* 2018;12(6):486–98.
33. McGrath L, Fernandez ML. Plant-based diets and metabolic syndrome: Evaluating the influence of diet quality. *J Agric Food Res [Internet].* 2022;9(May):100322. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100322>
34. Kahleova H, Levin S, Barnard N. Cardio-metabolic benefits of plant-based diets. *Nutrients.* 2017;9(8):1–13.
35. Rizzo NS, Jaceldo-Siegl K, Sabate J, Fraser GE. Nutrient Profiles of Vegetarian and Nonvegetarian Dietary Patterns. *J Acad Nutr Diet [Internet].* 2013;113(12):1610–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jand.2013.06.349>
36. Mensink RP, Katan MB. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: A meta- analysis of 27 trials. *Arterioscler Thromb.* 1992;12(8):911–9.

37. Academy of Nutrition and Dietetics. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics [Internet]. 1925. p. 1–2. Available from: <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-the-academy-of-nutrition-and-dietetics>
38. de Oliveira Otto MC, Alonso A, Lee DH, Delclos GL, Bertoni AG, Jiang R, et al. Dietary intakes of zinc and heme iron from red meat, but not from other sources, are associated with greater risk of metabolic syndrome and cardiovascular disease. *J Nutr* [Internet]. 2012;142(3):526–33. Available from: <https://doi.org/10.3945/jn.111.149781>
39. Margină D, Ungurianu A, Purdel C, Nițulescu GM, Tsoukalas D, Sarandi E, et al. Analysis of the intricate effects of polyunsaturated fatty acids and polyphenols on inflammatory pathways in health and disease. *Food Chem Toxicol*. 2020;143(July).
40. Park S, Zhang T. A positive association of overactivated immunity with metabolic syndrome risk and mitigation of its association by a plant-based diet and physical activity in a large cohort study. *Nutrients*. 2021;13(7).
41. Judi L, Toukan A, Khader Y, Ajlouni K, Khatib MA. Prevalence of elevated hepatic transaminases among Jordanian patients with type 2 diabetes mellitus. *Ann Saudi Med*. 2010;30(1):25–32.
42. Slywitch E, Savalli C, Duarte AC, Escrivão MAMS. Obese Vegetarians and Omnivores Show Different Metabolic Changes: Analysis of 1340 Individuals. *Nutrients*. 2022;14(11):1–17.
43. Kuo SM. The interplay between fiber and the intestinal microbiome in the inflammatory response. *Adv Nutr* [Internet]. 2013;4(1):16–28. Available from: <http://dx.doi.org/10.3945/an.112.003046>
44. Yahfoufi N, Alsadi N, Jambi M, Matar C. The immunomodulatory and anti-inflammatory role of polyphenols. *Nutrients*. 2018;10(11):1–23.
45. Egert S, Baxheinrich A, Lee-barkey YH, Tschoepe D, Wahrburg U, Stratmann B. Effects of an energy-restricted diet rich in plant-derived α -linolenic acid on systemic inflammation and endothelial function in overweight-to-obese patients with metabolic syndrome traits. 2014;1315–22.
46. Craddock JC, Neale EP, Peoples GE, Probst YC. Vegetarian-Based Dietary Patterns and their Relation with Inflammatory and Immune Biomarkers : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Nutr* [Internet]. 2019;10(3):433–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/advances/nmy103>
47. Grosso G, Laudisio D, Frias-toral E, Barrea L, Muscogiuri G. Metabolic-Inflammation : State of the Art and Future Direction. 2022;1–23.
48. Ley SH, Sun Q, Willett WC, Eliassen AH, Wu K, Pan A, et al. Associations between red

- meat intake and biomarkers of inflammation and glucose metabolism in women 1 – 3. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2014;99(2):352–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.113.075663>
49. Cullis JO, Fitzsimons EJ, Griffiths WJH. Investigation and management of a raised serum ferritin. 2018;(April):331–40.
 50. Communication S. Executive Summary of the Third Report (NCEP) Expert Panel on Detection , Evaluation , and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). 2023;285(19):2486–97.
 51. Woo KS, Kwok TCY, Celermajer DS. Vegan Diet, Subnormal Vitamin B-12 Status and Cardiovascular Health. 2014;3259–73.
 52. Key TJ, Fraser GE, Thorogood M, Appleby PN, Beral V, Reeves G, et al. Mortality in vegetarians and nonvegetarians: detailed findings from a collaborative analysis of 5 prospective studies 1 – 3. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1999;70(3):516S-524S. Available from: <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.516s>
 53. Hwang DH, Kim JA, Lee JY. Mechanisms for the activation of Toll-like receptor 2/4 by saturated fatty acids and inhibition by docosahexaenoic acid. *Eur J Pharmacol* [Internet]. 2016;785:24–35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejphar.2016.04.024>
 54. Noce A, Marrone G, Daniele F Di, Ottaviani E, Jones GW, Bernini R, et al. Impact of Gut Microbiota Composition on Onset. *Nutrients*. 2019;11(1073):1–35.
 55. Habauzit V, Morand C. Evidence for a protective effect of polyphenols-containing foods on cardiovascular health: An update for clinicians. *Ther Adv Chronic Dis*. 2012;3(2):87–106.
 56. Satija A, Hu FB. Plant-based diets and cardiovascular health. *Trends Cardiovasc Med* [Internet]. 2018;28(7):437–41. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2018.02.004>
 57. Xu XR, Zou ZY, Xiao X, Huang YM, Wang X, Lin XM. Effects of lutein supplement on serum inflammatory cytokines, ApoE and lipid profiles in early atherosclerosis population. *J Atheroscler Thromb*. 2013;20(2):170–7.
 58. O'Connor LE, Kim JE, Campbell WW. Total red meat intake of ≥ 0.5 servings/d does not negatively influence cardiovascular disease risk factors: A systemically searched meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2017;105(1):57–69. Available from: <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.142521>
 59. Dessì M, Noce A, Bertucci P, Noce G, Rizza S, De Stefano A, et al. Plasma and erythrocyte membrane phospholipids and fatty acids in Italian general population and hemodialysis patients. *Lipids Health Dis*. 2014;13(1):1–7.
 60. Anderson JW, Baird P, Davis RH, Ferreri S, Knudtson M, Koraym A, et al. Health benefits of dietary fiber. *Nutr Rev*. 2009;67(4):188–205.

61. Trautwein EA, McKay S. The role of specific components of a plant-based diet in management of dyslipidemia and the impact on cardiovascular risk. *Nutrients*. 2020;12(9):1–21.
62. Fraser GE. Vegetarian diets: What do we know of their effects on common chronic diseases? *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2009;89(5):1607S-1612S. Available from: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.26736K>
63. Klementova M, Thieme L, Haluzik M, Pavlovicova R, Hill M, Pelikanova T, et al. A plant-based meal increases gastrointestinal hormones and satiety more than an energy-and macronutrient-matched processed-meat meal in t2d, obese, and healthy men: A three-group randomized crossover study. *Nutrients*. 2019;11(1):1–10.
64. Yokoyama Y, Levin SM, Barnard ND. Association between plant-based diets and plasma lipids: A systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev*. 2017;75(9):683–98.
65. Barnard ND, Goldman DM, Loomis JF, Kahleova H, Levin SM, Neabore S, et al. Plant-based diets for cardiovascular safety and performance in endurance sports. *Nutrients*. 2019;11(1):1–10.
66. Id JRB, Stewart RAH. Vegan⁰ | Cardiometabolic risk는 더 적다... meta-analysis. *PLoS One*. 2018;13(12):1–23.
67. Kim H, Caulfield LE, Garcia-Larsen V, Steffen LM, Coresh J, Rebholz CM. Plant-Based Diets Are Associated With a Lower Risk of Incident Cardiovascular Disease, Cardiovascular Disease Mortality, and All-Cause Mortality in a General Population of Middle-Aged Adults. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(16).
68. Rosell M, Appleby P, Spencer E, Key T. Weight gain over 5 years in 21 966 meat-eating, fish-eating, vegetarian, and vegan men and women in EPIC-Oxford. *Int J Obes*. 2006;30(9):1389–96.
69. Kim SJ, De Souza RJ, Choo VL, Ha V, Cozma AI, Chiavaroli L, et al. Effects of dietary pulse consumption on body weight: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2016;103(5):1213–23. Available from: <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.124677>
70. Albracht-Schulte K, Kalupahana NS, Ramalingam L, Wang S, Rahman SM, Robert-McComb J, et al. Omega-3 fatty acids in obesity and metabolic syndrome: a mechanistic update. *J Nutr Biochem* [Internet]. 2018;58(2017):1–16. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2018.02.012>
71. Dan Ramdath D, Padhi EMT, Sarfaraz S, Renwick S, Duncan AM. Beyond the cholesterol-lowering effect of soy protein: A review of the effects of dietary soy and its constituents on risk factors for cardiovascular disease. *Nutrients*. 2017;9(4).

72. Abaj F, Mirzababaei A, Hosseininasab D, Bahrampour N, Clark CCT, Mirzaei K. Interactions between Caveolin-1 polymorphism and Plant-based dietary index on metabolic and inflammatory markers among women with obesity. *Sci Rep* [Internet]. 2022;12(1):1–14. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12913-y>