

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

**Tesi di Laurea**

**EFFETTI DELLA DIETA PRIVA DI GLUTINE SULL'ESERCIZIO  
FISICO E SULL'ATTIVITA' SPORTIVA**

Relatore: Prof. Marco Giorgio

Laureando: Marco Campagna

N° di matricola: 2010884

**Anno Accademico 2022/2023**



# INDICE

## CAPITOLO I

### 1.1 La malattia celiaca

- 1.1.1 La celiachia
- 1.1.2 Le diverse forme di celiachia
- 1.1.3 Effetti a medio-lungo termine

### 1.2 Storia ed epidemiologia

- 1.2.1 Cenni storici
- 1.2.2 Incidenza

### 1.3 Il glutine

- 1.3.1 Biochimica
- 1.3.2 Principali fonti di glutine

## CAPITOLO II

### 2.1 Dieta senza glutine

- 2.1.1 Caratteristiche della dieta celiaca
- 2.1.2 Lacune della dieta celiaca

### 2.2 Alimentazione e attività fisica

- 2.2.1 L'attività fisica
- 2.2.2 Scelte nutrizionali in soggetti che praticano attività fisica

## CAPITOLO III

### 3.1 Dieta senza glutine ed esercizio fisico

- 3.1.1 Effetti della dieta celiaca sull'ipertrofia muscolare
- 3.1.2 Effetti della celiachia sul dimagrimento

### 3.2 Dieta celiaca e sport

- 3.2.1 Effetti della dieta celiaca in sport a regime aerobico
- 3.2.2 Effetti della dieta celiaca in sport a regime anaerobico

## **SCOPO DELLA TESI**

Lo scopo della tesi è quello di dare una risposta al seguente quesito: può una dieta senza glutine influire sulle prestazioni legate all'esercizio fisico e alle performance sportive? Nel caso ci fossero degli effetti questi sarebbero positivi o negativi?

## **INTRODUZIONE**

La tematica affrontata nel presente elaborato riguarda l'impatto che possa avere una dieta senza glutine su soggetti celiaci e sani che svolgono attività fisica. In particolare, lo scopo è indagare quali siano gli effetti provocati in ambito motorio da tale regime alimentare e, di conseguenza, come questi fattori influiscano sulle prestazioni, sia dell'atleta sportivo sia di chi compie attività fisica a fine ludico/ricreativo e salutistico.

Grazie all'indagine e l'esaminazione della letteratura scientifica si intende conoscere quali possano essere le eventuali difficoltà e limiti a cui andranno incontro i soggetti che convivono con la celiachia nel momento in cui approcciano al mondo dell'attività motoria.

L'interesse per questa tematica nasce in seguito al vissuto personale in quanto affetto in prima persona da malattia celiaca e dalla crescente consapevolezza e conoscenza a livello sociale di questa patologia con la quale convivono sempre più persone. All'aumento delle diagnosi segue anche una crescita di quella fetta di popolazione celiaca che pratica attività fisica, tra i quali vi sono atleti di alto livello che possono performare nonostante la patologia, grazie alla ricerca e le indagini scientifiche.

## **CAPITOLO I**

### **1.1 LA MALATTIA CELIACA**

#### **1.1.1 La celiachia**

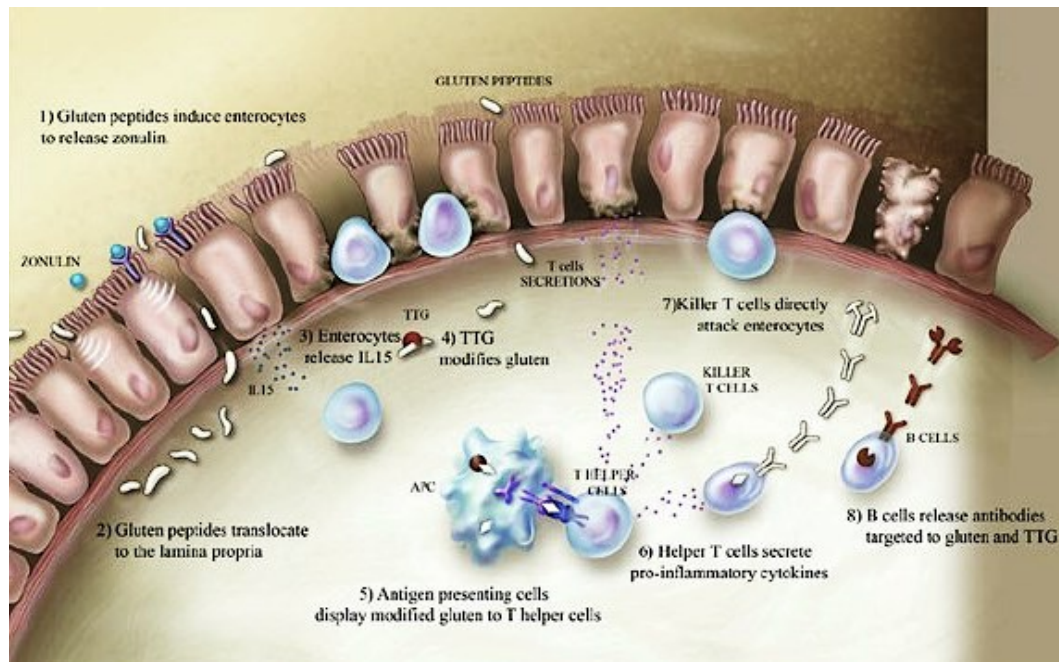
La celiachia è un'enteropatia infiammatoria, con tratti di auto-immunità, scatenata dall'ingestione di glutine in soggetti geneticamente predisposti.

È una malattia multifattoriale il cui sviluppo necessita di due fattori: il fattore ambientale, ovvero la presenza di glutine nella dieta, e il fattore genetico, quindi i geni che codificano per le molecole DQ2/DQ8 del sistema HLA (Human Leucocyte Antigens) sulla membrana delle cellule del sistema immunitario.

Questi due fattori sono necessari, ma non sufficienti, per scatenare clinicamente la malattia. Infatti, solo il 3% delle persone, geneticamente predisposte, che consumano glutine sviluppa, prima o poi, la celiachia. Restano sconosciuti gli eventi scatenanti e quando debbano verificarsi nella vita affinché la celiachia si manifesti clinicamente. <sup>1</sup>

La risposta immunitaria di soggetti celiaci a seguito di un contatto della mucosa del proprio intestino tenue con la molecola del glutine genera un'infiammazione cronica che, a sua volta, danneggia i tessuti dell'intestino e porta alla scomparsa dei villi intestinali, fondamentali per la funzione di assorbimento dei nutrienti. Un soggetto affetto da malattia celiaca, di conseguenza, oltre al danno diretto, subisce un importante danno indiretto dato che l'organismo non riceverà sufficienti sostanze nutritive e rischia in questo modo la malnutrizione. Per tale ragione, se non diagnosticata tempestivamente e trattata in modo adeguato, la celiachia può portare gravi conseguenze, anche irreversibili. <sup>2</sup>

Questa condizione autoimmune colpisce l'1% della popolazione e porta solitamente a un processo infiammatorio reversibile nella mucosa dell'intestino tenue con ripercussioni acute come diarrea, costipazione, gonfiore, nausea e vomito. Tuttavia, la manifestazione clinica della malattia celiaca non è univoca e può variare a seconda dell'età dei soggetti affetti. <sup>3</sup>



**Figura 1:** descrizione schematica dei meccanismi attraverso i quali il glutine scatena la celiachia.

Il glutine digerito induce l'alterazione delle giunzioni tra le cellule del canale enterico (1). Il conseguente aumento della permeabilità intestinale porta al superamento della lamina da parte dei peptidi del glutine (2) dove stimolano la produzione di IL-15 (3). Al di sotto della lamina i peptidi del glutine sono a loro volta modificati dalla transglutaminasi e in queste forme modificate attivano le cellule presentanti l'antigene quindi le cellule T e B, scatenando la risposta infiammatoria (5-8).<sup>22</sup>

### 1.1.2 Le diverse forme di celiachia

Nella forma classica la patologia si manifesta con diarrea, gonfiore e dolori addominali, perdita di peso e malassorbimento intestinale<sup>2</sup>. Qualora si tratti invece di pazienti pediatrici le caratteristiche principali sono dolore addominale, distensione e soprattutto la malnutrizione che è accompagnata dal ritardo della crescita.<sup>3</sup> Proprio questo rappresenta uno dei rischi principali a cui è sottoposta tale categoria di soggetti, andando incontro a una bassa statura e ritardo nello sviluppo

puberale. Uno studio svolto su bambini con bassa statura e senza sintomi gastrointestinali ha rilevato la presenza di malattia celiaca nel 2-8% dei casi esaminati. Dopo aver escluso cause endocrine per la bassa statura, lo stesso studio ha rilevato che la percentuale di soggetti celiaci è aumentata al 19-59%; i pazienti pediatrici esaminati mostrano un calo sia del peso corporeo che della statura, attraversando diverse linee percentili in entrambe le categorie. <sup>3</sup>

Nella sua forma atipica la celiachia è accompagnata da stanchezza e affaticamento, che possono essere segni di anemia da carenza di ferro o di anemia da carenza di folati, perdita dei capelli (alopecia), dimagrimento senza altra causa, ulcere e lesioni ricorrenti nella bocca (aftosi orale ricorrente), perdita dello smalto dentario (ipoplasia), dolori addominali ricorrenti, vomito, aumento del livello plasmatico delle transaminasi, disturbi del ciclo mestruale, ridotta statura, infertilità, poliabortività spontanea, disturbi della gravidanza, riduzione della massa ossea (osteopenia, osteoporosi), formicolio e intorpidimento delle mani e dei piedi, mancanza di coordinazione muscolare (atassia). <sup>2</sup>

Esiste anche una forma silente della celiachia, caratterizzata dall'assenza di sintomi e che viene diagnosticata durante programmi di screening, e una forma potenziale, caratterizzata invece da esami sierologici positivi (presenza di anticorpi anti transglutaminasi) ma con biopsia intestinale normale. <sup>2</sup>



**Figura 2:** principali manifestazioni della malattia celiaca

FORMA CLASSICA	FORMA ATIPICA
<p><b>Pazienti adulti:</b></p> <p>Diarrea</p> <p>Gonfiore</p> <p>Dolori addominali</p> <p>Malassorbimento intestinale</p> <p>Perdita di peso</p> <p><b>Pazienti pediatrici:</b></p> <p>Dolore addominale</p> <p>Distensione</p> <p>Malnutrizione</p> <p>Ritardo della crescita</p>	<p>Anemia da carenza di ferro</p> <p>Anemia da carenza di folati</p> <p>Stanchezza e affaticamento</p> <p>Alopecia</p> <p>Dimagrimento</p> <p>Ulcere</p> <p>Aftosi orale</p> <p>Ipoplasia dentale</p> <p>Dolori addominali</p> <p>Vomito</p> <p>Aumento transaminasi nel plasma</p> <p>Disturbi del ciclo mestruale</p> <p>Ridotta statura</p> <p>Infertilità</p> <p>Poliabortività spontanea</p> <p>Disturbi della gravidanza</p> <p>Osteopenia</p> <p>Osteoporosi</p> <p>Formicolio</p> <p>Intorpidimento di mani e piedi</p> <p>Atassia</p>

**Tabella 1:** Effetti della celiachia nelle sue forme classica e atipica.

### 1.1.3 Effetti a medio-lungo termine

Come accennato precedentemente le conseguenze a lungo termine del danno e dell'infiammazione della mucosa includono problemi di malassorbimento di nutrienti, più precisamente di calcio, vitamina D, ferro, vitamina B12, acido folico e zinco, che porta a conseguenze debilitanti come osteoporosi, anemia, e crescita stentata.<sup>3</sup>

Nei pazienti affetti da malattia celiaca, infatti, il danno della mucosa dell'intestino tenue compromette l'assorbimento di calcio e vitamina D che va a interferire a livello scheletrico con la salute ossea. Quest'ultima molecola in particolare è coinvolta nella regolazione ormonale del rimodellamento osseo e svolge un ruolo



fondamentale nell'assorbimento del calcio, essenziale per la struttura ossea in quanto componente dell'idrossiapatite. <sup>3</sup>

È stato scoperto, inoltre, che i pazienti affetti da malattia celiaca sono sottoposti a maggior rischio di fratture di qualsiasi tipologia, indipendentemente dall'età o dal sesso. Una minore densità minerale ossea è un fattore di rischio di una frattura, in particolare nella regione del collo del femore, che risulta essere il maggior campanello dall'allarme di una futura frattura dell'anca. Gli studi hanno rivelato che i pazienti avevano una densità minerale ossea significativamente inferiore a livello della colonna lombare e del collo del femore, con oltre il 64% degli uomini e il 71% delle pazienti di sesso femminile che presentavano un basso livello di calcifediolo, precursore della vitamina D3 prodotto nel fegato. <sup>3</sup>

La malattia celiaca se diagnosticata tardivamente e non trattata adeguatamente può portare allo sviluppo di diverse patologie, in particolare: la sprue collagenosica, la celiachia refrattaria e, infine, linfoma e adenocarcinoma (forme di cancro intestinale). <sup>2</sup>

I pazienti celiaci tendono anche a sviluppare malattie autoimmuni più frequentemente della popolazione generale: la tiroidite autoimmune, il lupus sistemico eritematoso, il diabete di tipo 1, epatiti, vasculiti, artriti, la sindrome di Sjögren. Tuttavia, come per la celiachia stessa, l'insorgenza di queste patologie in soggetti affetti da celiachia può anche avere natura genetica. <sup>2</sup>

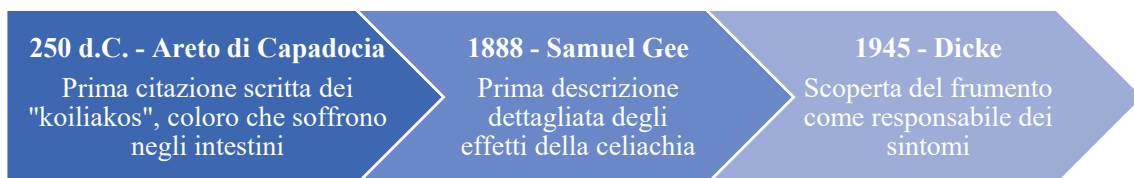


**Tabella 2:** effetti della celiachia a medio-lungo termine sulla salute ossea

## 1.2 STORIA ED EPIDEMIOLOGIA

### 1.2.1 Cenni storici

Per quanto concerne la storia della malattia celiaca, questa viene per la prima volta citata da Areto di Cappadocia, che nel 250 d.C. descriveva nei suoi scritti i “koiliakos”, ovvero “coloro che soffrono negli intestini”. Nel 1856, Francis Adams tradusse questa espressione in lingua inglese, coniando il termine “celiaco”. Successivamente, nel 1888, Samuel Gee descrisse dettagliatamente gli effetti di questa condizione sia negli adulti che nei pazienti pediatrici, predicendo che l'unico trattamento consistesse in una dieta adeguata, che però identificò erroneamente in patate, banane e frumento. Infatti, solo nel 1945, il pediatra olandese Willem Karel Dicke identificò nella farina di frumento l'agente responsabile dei sintomi nei bambini celiaci. Dicke notò che successivamente alla carestia che afflisse l'Europa settentrionale durante il secondo conflitto mondiale e la conseguente eliminazione forzata del glutine della dieta, i bambini celiaci presentarono un improvviso miglioramento della sintomatologia. Alla fine della guerra, in seguito agli aiuti alimentari che arrivarono in Olanda, che includevano per la maggior parte pane e pasta, i bambini affetti da malattia celiaca ripresentarono rapidamente i sintomi gastro-intestinali tipici della patologia.<sup>3</sup>



**Tabella 3:** Eventi fondamentali nella conoscenza della celiachia

### 1.2.2 Incidenza

La diagnosi di malattia celiaca clinicamente conclamata varia a seconda della zona geografica, andando da 1/270 in Finlandia a 1/5.000 in Nord America. Tuttavia, poiché la celiachia può essere asintomatica, nella maggior parte dei soggetti affetti non viene diagnosticata o può manifestare sintomi atipici.<sup>4</sup>

Negli studi epidemiologici mirati a valutare la presenza di malattia celiaca ampi gruppi di popolazione in Nord America ed Europa sono stati sottoposti a screening per gli anticorpi altamente sensibili all'endomisiolo o alla transglutaminasi tissutale. Quando il test anticorpale risultava positivo si è proseguito tramite biopsia dell'intestino tenue mostrando che la prevalenza di malattia celiaca risultava molto più alta del previsto. I campioni esaminati sono risultati positivi agli anticorpi con una frequenza che variava da 1/100 a 1/500, presentando inoltre atrofia dei villi dell'intestino tenue.<sup>4</sup>

Pertanto, dai dati emerge che fino all'1% di una popolazione occidentale risulta positiva alla celiachia, ed è importante sottolineare che per ogni paziente noto vi sono circa 7-10 soggetti non diagnosticati.<sup>4</sup>

Un altro dato fondamentale proveniente dagli studi testimonia la rilevanza della componente genetica nella diffusione della patologia: circa il 10% dei parenti di primo grado di un paziente celiaco sono a loro volta affetti da malattia celiaca.<sup>4</sup>

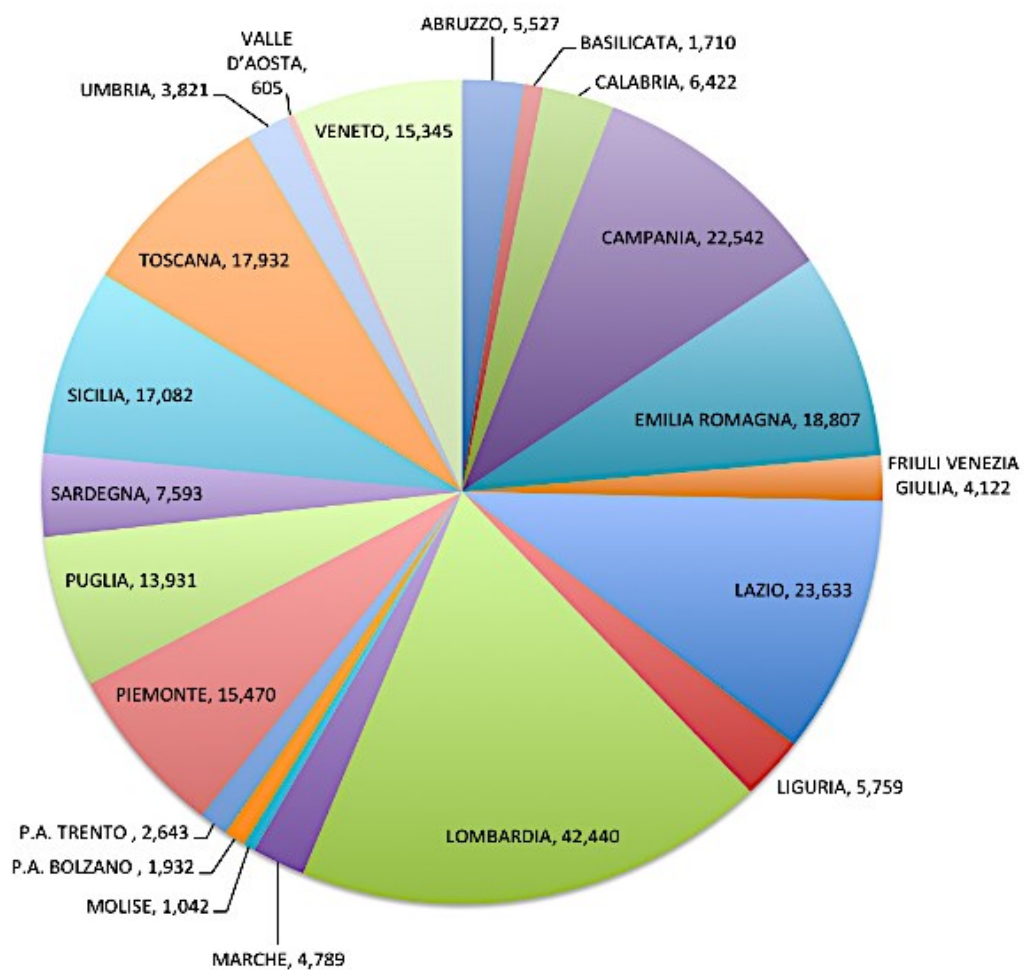
Pur essendo ben conosciuta nel mondo occidentale, si ritiene che la celiachia sia ancora rara in molti paesi asiatici; tuttavia, con l'aumento della consapevolezza e della diagnosi, si prevede che il numero assoluto di soggetti affetti da celiachia crescerà in modo considerevole nel continente.<sup>5</sup>

L'Asia, che accoglie il 60% della popolazione globale, può essere considerato il principale "serbatoio" di celiachia non diagnosticata nel mondo, questo perché presenta un panorama enormemente vasto insieme a pratiche genetiche, sociali, culturali e nutrizionali altamente eterogenee; un'eterogeneità simile si riscontra nelle strutture epidemiologiche, diagnostiche e terapeutiche per la malattia celiaca stessa.<sup>5</sup>

Per quanto riguarda l'India, studi basati sull'analisi della popolazione hanno evidenziato che la malattia celiaca è diffusa allo stesso livello dei paesi occidentali; inoltre, alcuni dati provenienti da altre nazioni come Pakistan, Cina, Giappone, Malesia, Turchia supportano anche in questi paesi la diffusione della patologia.<sup>5</sup>

Infine, nonostante il poco materiale sulla celiachia nella popolazione russa, i rapporti sparsi hanno suggerito una prevalenza che varia dallo 0,20% allo 0,57% a livello nazionale. <sup>5</sup>

Secondo l'analisi del Ministero della Salute, in riferimento all'anno 2020, sarebbero 233.147 i celiaci in Italia, di cui il 30% di sesso maschile (70.264) e il restante 70% di sesso femminile (162.883). <sup>1</sup>



**Figura 3.** Grafico che rappresenta la distribuzione della popolazione celiaca nelle varie regioni italiane: <sup>1</sup>

## 1.3 IL GLUTINE

### 1.3.1 Biochimica

In letteratura scientifica il glutine assume definizioni differenti: secondo quanto riporta il Codex il glutine è "una frazione proteica di frumento, segale, orzo, avena o loro varietà incrociate e loro derivati, a cui alcune persone sono intolleranti e che è insolubile in acqua e 0,5 M NaCl".<sup>6</sup>

Un'altra definizione di glutine riportata invece dalla FDA è "le proteine che si trovano naturalmente in un grano proibito e che possono causare effetti negativi sulla salute nelle persone affette da celiachia".<sup>6</sup>

In alcuni casi il glutine viene identificato solo dalla sua solubilità, una caratteristica che deriva dall'alto contenuto di prolina e glutammina delle proteine native del glutine. Ad esempio, "una frazione proteica di frumento, segale o orzo insolubile in acqua o una soluzione di 0,5 M NaCl".<sup>6</sup>

Analizzando l'aspetto biochimico, il glutine viene identificato come una miscela complessa di proteine differenti correlate ma distinte, in modo particolare di gliadina e glutenina. In base al cambiamento del contenuto proteico, nella composizione e distribuzione delle proteine del glutine vi è la differenziazione in diverse tipologie di grano.<sup>7</sup>

Le proteine gliadina e glutenina sono classificate come prolamine, ovvero proteine del seme insolubili in acqua, ma estraibili in etanolo acquoso e sono caratterizzate da alti livelli di glutammina (38%) e residui di prolina (20%).<sup>7</sup>

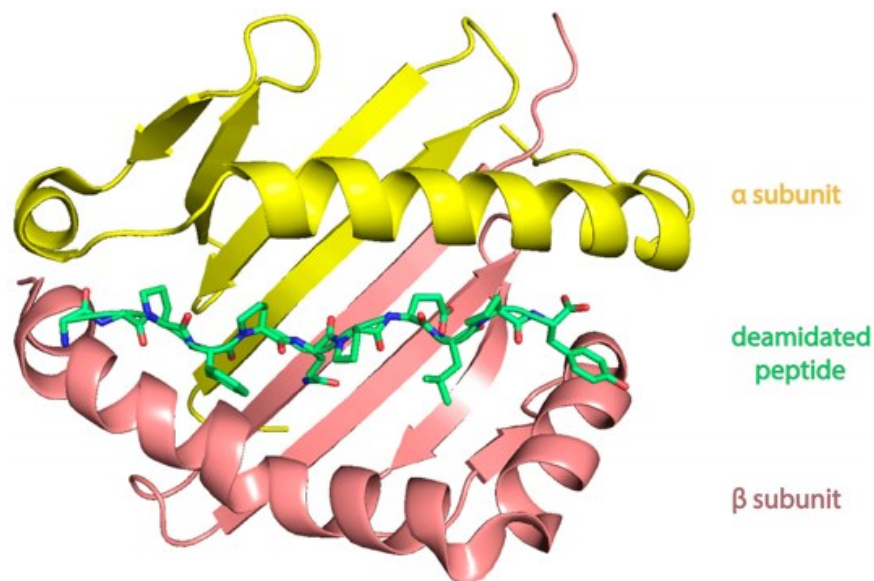
Le proteine del glutine possono essere divise in sottogruppi in base ad alcune caratteristiche specifiche, tra cui il contenuto di zolfo e peso molecolare; un'ulteriore classificazione deriva dalle loro diverse strutture primarie in alfa, beta, gamma e omega ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\omega$ ) gliadine. Le singole proteine del glutine sono legate da forti legami covalenti e non covalenti che, insieme alla struttura e all'interazione di queste proteine, contribuiscono alle proprietà uniche di questo biopolimero.<sup>7</sup>

Il composto del glutine si contraddistingue per un alto polimorfismo allelico che codifica le sue proteine specifiche, la glutenina e la gliadina. Inoltre, ogni genotipo

di grano produce tipi e quantità unici di questi composti, che possono anche differire in base a condizioni di crescita e processi tecnologici diversi. L'ambiente in cui è avvenuta la coltivazione può incidere sull'espressione proteica di un genotipo; ad esempio, il contenuto di  $\omega$ -5 gliadina aumenta con la fecondazione e la temperatura durante la maturità. Alcune delle  $\alpha$  gliadine situate nel subaleurone del chicco di grano possono essere parzialmente rimosse mediante macinazione a rulli. <sup>7</sup>

La matrice del glutine risulta essere fondamentale per caratterizzare la qualità dell'impasto del pane e tutti gli altri prodotti farinacei che lo contengono. Questo biopolimero è stabile al calore e funge da agente legante ed estensore; viene aggiunto negli alimenti lavorati per conferire maggiore consistenza, un miglior sapore e aumentare la ritenzione di umidità. Per tale motivo il glutine può essere presente anche in alimenti che di per sé non lo conterrebbero come la carne lavorata, frutti di mare ricostituiti, sostituti vegetariani della carne, addensanti, emulsionanti o agenti gelificanti in caramelle, gelati, burro, condimenti, ripieni, marinate e condimenti; riempitivi e rivestimenti utilizzati in farmaci o dolciumi. <sup>7</sup>

Le interazioni tra glutenine e gliadine e il rapporto tra di esse influenzano le proprietà reologiche e funzionali del glutine. Ogni proteina incide in modo lievemente differente sulle proprietà viscoelastiche (intrappolamento dell'anidride carbonica rilasciata durante la lievitazione del pane) e la qualità del prodotto finale. Ad esempio, le gliadine idratate purificate sono fondamentali per la viscosità e l'estensibilità dell'impasto, mentre le glutenine idratate sono coesive e hanno un ruolo importante nell'aumento della forza e elasticità. Nel momento in cui viene aumentato il numero di copie del gene della subunità ad alto peso molecolare vi è un incremento dell'elasticità della glutenina. <sup>7</sup>



**Figura 4:** rappresentazione della struttura chimica del glutine <sup>11</sup>

### 1.3.2 Principali fonti di glutine

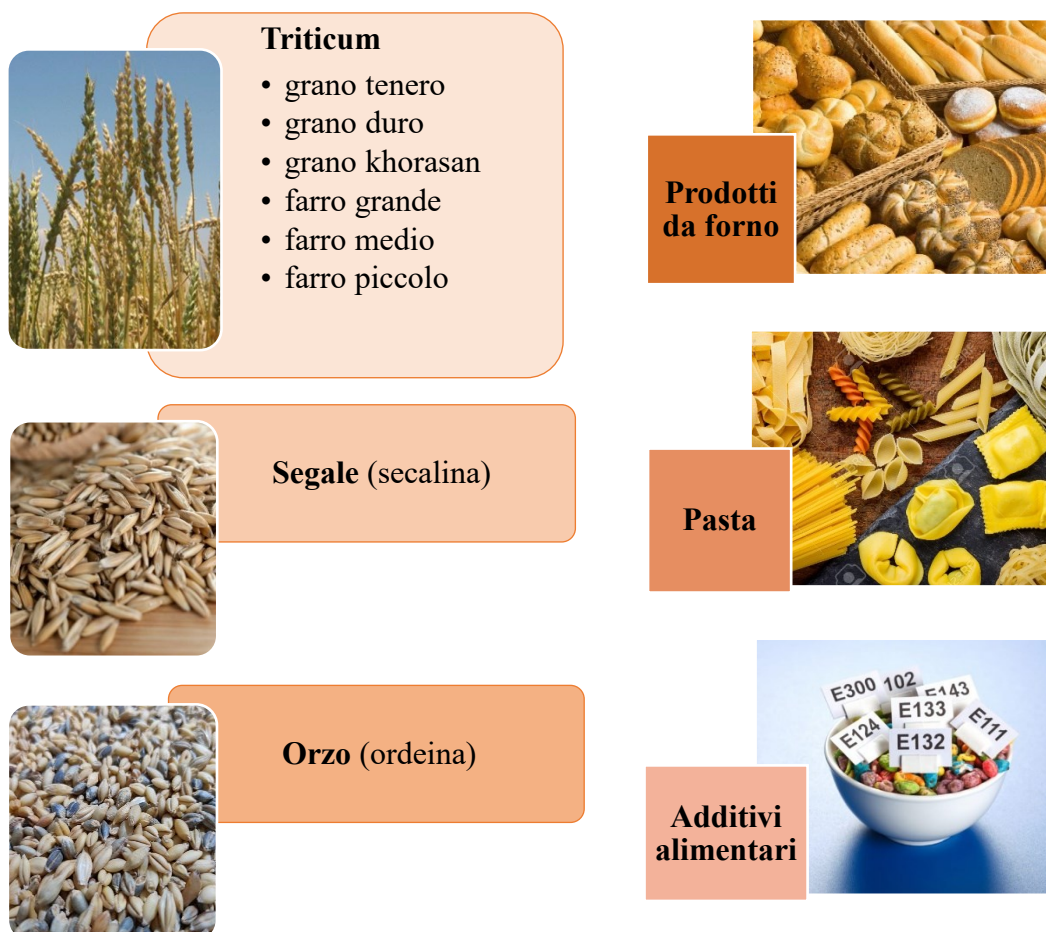
Le principali fonti di glutine provengono dai cereali appartenenti al genere *Triticum* e ne sono un esempio il grano tenero, il grano duro, il grano Khorasan, il farro grande, il farro medio e il farro piccolo. <sup>1</sup>

In altri cereali diversi dal grano sono presenti proteine che manifestano una forte somiglianza con la gliadina e che sono identificate come “glutine”: è il caso della secalina, contenuta nella segale e l’ordeina nell’orzo. Anche i derivati di questi cereali contengono glutine, sono un esempio il triticale, il malto e altre tipologie di grano antico come il kamut. <sup>7</sup>

Un’altra proteina simile alla gliadina è l’avenina presente nell’avena <sup>7</sup>, che, rappresenta un caso particolare poiché è considerata dalla normativa europea un cereale contenente glutine a causa delle frequenti contaminazioni e delle ibridazioni riscontrate. <sup>1</sup>

Secondo le evidenze scientifiche disponibili, l'avena può essere inserita nella dieta della maggior parte dei celiaci senza effetti negativi per la salute tanto è vero che prodotti a base di avena sono presenti anche nel Registro Nazionale dei prodotti senza glutine. La condizione per essere impiegata come ingrediente nei prodotti senza glutine è quella di avere un contenuto di glutine inferiore ai 20 ppm (test ELISA con anticorpo R534). La presenza dell'avena nella dieta senza glutine resta comunque una questione ancora oggetto di studi e ricerche da parte della comunità scientifica. <sup>1</sup>

Tutti i cereali contenenti glutine e i loro derivati, se presenti in un alimento, devono essere obbligatoriamente inseriti nella lista degli ingredienti e indicati in maniera diversa rispetto agli altri ingredienti. <sup>1</sup>



**Tabella 4 e 5:** principali cereali e prodotti derivati contenenti glutine



## **CAPITOLO II**

### **2.1 ALIMENTAZIONE E ATTIVITA' FISICA**

#### **2.1.1 L'attività fisica**

Quando si parla di attività fisica si fa riferimento a tutti quei movimenti volontari eseguiti intenzionalmente per raggiungere un obiettivo nello sport, nell'esercizio o in ogni altra sfera della vita.

Da questa definizione emerge come l'attività fisica non riguardi esclusivamente un ambito ma si estenda a tutta la popolazione che nella sfera della vita quotidiana si muove con diversi fini. Coloro che praticano attività fisica possono approcciare ad essa con molteplici obiettivi: quello sportivo, caratterizzato dall'aspetto competitivo e prestazionale; quello dell'esercizio fisico in cui i movimenti sono strutturati in maniera ripetitiva per migliorare o per mantenere una o più componenti dello stato di forma ed infine quello dell'attività motoria svolta nel tempo libero in cui le motivazioni possono essere differenti ma generalmente la performance non è influente.

Considerando in modo particolare la parte dell'attività fisica che comprende sport ed esercizio fisico risulta fondamentale introdurre di pari passo il tema dell'alimentazione. Trattando questo ambito, in cui vi è come prerogativa comune il raggiungimento di obiettivi prefissati sarà fondamentale una corretta integrazione tra piano alimentare adeguato e attività fisica specifica.<sup>12</sup>

#### **2.1.2 Scelte nutrizionali in soggetti che praticano attività fisica**

La popolazione che si interfaccia con l'attività fisica risulta essere estremamente eterogenea: si possono trovare atleti che praticano sport a livello agonistico e allo stesso tempo individui che approcciano all'esercizio fisico a scopo salutistico e quindi con modalità e obiettivi completamente differenti. Proprio in base a questi fattori e alle caratteristiche soggettive di ogni organismo ci saranno piani alimentari completamente diversi, accumulati dall'obiettivo di massimizzare le prestazioni fisiche richieste dal proprio corpo in base ad uno specifico contesto.

Il primo fattore che influenza le scelte nutrizionali di un individuo è quello fisiologico: da sempre la necessità primaria che regola l'alimentazione quotidiana è quella di soddisfare la fame che viene modulata dalla sensazione di appetito e pienezza. Nei soggetti che praticano attività fisica, tuttavia, l'appetito può non essere un adeguato indicatore del fabbisogno energetico in quanto questo diminuisce dopo uno sforzo e varia in base a temperatura e altitudine.<sup>12</sup>

Un altro elemento determinante in chiave alimentare è il gusto: esso ha un ruolo chiave nella sensazione di appetito, tuttavia, in soggetti sportivi, questo passa in secondo piano nel momento in cui potrebbe interferire con un'alimentazione idonea all'attività e quindi al raggiungimento degli obiettivi desiderati.<sup>12</sup>

Anche le allergie e le intolleranze sono fortemente impattanti nella scelta della dieta idonea e se trascurate possono portare reazioni allergiche a chiunque ne soffra, inclusi gli atleti, le cui prestazioni risentirebbero di un'alimentazione non corretta.<sup>12</sup>

Un ulteriore fattore che si aggiunge nel determinare l'alimentazione nel mondo dell'attività fisica è quello psicologico: in discipline come danza e nuoto, ad esempio, il peso risulta fondamentale per il raggiungimento di canoni estetici o obiettivi prestazionali. Questo condiziona pesantemente gli atleti e le loro abitudini alimentari, di conseguenza spesso capita che emergano disturbi alimentari che incidono negativamente sulla sfera emotiva, comportamentale e sportiva.<sup>12</sup>

Il piano nutrizionale di tutti gli sportivi viene influenzato da altre due componenti che spesso vengono trascurate, ovvero la sfera sociale ed economica. Queste incidono pesantemente sulle scelte alimentari adattandole alle possibilità di ciascun individuo in base alla propria condizione e contesto.<sup>12</sup>

Come accennato precedentemente esistono diverse forme di attività fisica e l'obiettivo di un piano alimentare in questo contesto è quello di adattarsi alle esigenze dell'atleta in relazione all'attività praticata.<sup>12</sup>

Vi è un pilastro comune che sta alla base della dieta di qualsiasi soggetto che si approcci all'attività fisica, ovvero i carboidrati. Questi rappresentano una fonte energetica indispensabile per l'organismo e provengono generalmente dai cereali;

la loro importanza emerge soprattutto nel momento in cui un soggetto pratica discipline di resistenza. <sup>12</sup>

Un altro tassello fondamentale nell'alimentazione di un atleta sono le proteine, le quali giocano un ruolo chiave nella crescita muscolare, grazie ad esse, infatti, può avvenire il meccanismo di sintesi proteica. Alcuni studi evidenziano, ad esempio, per atleti di sprint di una miscela bilanciata di carboidrati e proteine per aumentare le riserve di glicogeno muscolare, diminuire il danno delle fibre e migliorare l'adattamento all'esercizio. L'unione di questi due macronutrienti velocizza il processo di recupero stimolando la sintesi proteica oltre ad attivare sia il meccanismo di segnalazione bersaglio della rapamicina, sia un accumulo più efficiente di glicogeno attraverso una risposta insulino-tropa. <sup>12</sup>

È evidente come la quantità e la tipologia di proteine e carboidrati in una dieta personalizzata siano fondamentali per l'incremento della massa muscolare e in generale per il miglioramento delle prestazioni. Di recente lo sviluppo della ricerca ha permesso di comprendere maggiormente i meccanismi che regolano l'espressione genica e gli eventi di sintesi proteica, indagando nello specifico i nutrienti essenziali in grado di attivare tali processi. <sup>12</sup>

Le variazioni genetiche rappresentano una di quelle caratteristiche soggettive di un organismo ed esse sono particolarmente importanti perché possono influenzare fortemente la quantità totale di peptidi bioattivi ottenuti dalla fonte proteica e, quindi, la loro accessibilità alla crescita muscolare negli atleti attraverso l'assorbimento dei nutrienti e la sintesi proteica. Considerando questi dati genetici, sono necessarie adeguate strategie nutrizionali che bilancino l'assunzione di carboidrati e proteine da alimenti e integratori. <sup>12</sup>

Altrettanta attenzione dovrebbe essere posta alla quantità quotidiana di vitamine e minerali per soddisfare il fabbisogno personale di micronutrienti e massimizzare le prestazioni dell'atleta e il corretto recupero dall'esercizio. <sup>12</sup>

## **2.2 DIETA SENZA GLUTINE**

### **2.2.1 Caratteristiche della dieta celiaca**

La dieta celiaca è caratterizzata dalla totale assenza di cibi e bevande contenenti glutine; tale regime alimentare rappresenta l'unico trattamento a cui si possano affidare i pazienti affetti da malattia celiaca.<sup>1</sup> Grazie alla dieta senza glutine i soggetti che soffrono di celiachia godono di numerosi benefici: nel 95% dei pazienti pediatrici entro i due anni si ha un ripristino della mucosa dell'intestino tenue mentre negli adulti il processo è più lento e impiega dai 2 ai 5 anni. Per quanto riguarda invece i soggetti in età più avanzata, oltre i 30 anni, può esservi un recupero incompleto che non si presenta in alcun modo in pazienti oltre i 60 anni.<sup>9</sup>

Con il corretto funzionamento dell'intestino tenue migliorano altri effetti tipici della malattia celiachia: vi è innanzitutto una riduzione del malassorbimento con la conseguente diminuzione di diarrea, steatorrea, perdita di peso e il miglioramento significativo della densità minerale ossea dopo un anno di dieta; nei soggetti pediatrici che seguono la dieta da due anni si registra inoltre un notevole incremento di altezza e peso nei controlli di pari età.<sup>9</sup>

Vi sono quattro macrocategorie all'interno delle quali possono essere classificati i cibi adatti a coloro che soffrono di celiachia: la prima racchiude quegli alimenti e bevande che in principio sono prive di glutine, ne sono un esempio acqua, riso, mais, uova, carne, frutta, verdura e legumi.<sup>1</sup>

Vi sono poi alimenti e bevande trasformate che per loro natura e lavorazione sono privi di glutine; a questo gruppo appartengono ad esempio latte, vino, olio, caffè, tè, formaggio, prosciutto crudo, bresaola, zucchero, miele, marmellata e via dicendo.<sup>1</sup>

Successivamente compaiono quegli alimenti trasformati che per natura sarebbero senza glutine ma la presenza di quest'ultimo non è sempre esclusa dato il possibile utilizzo di ingredienti che lo contengono durante la lavorazione del prodotto. Un esempio possono essere alimenti a base di carne come insaccati e affettati, preparazioni a base di pesce, verdure, frutta e via dicendo. Infine, vi sono quei cibi trasformati che nella loro preparazione prevedono l'utilizzo di ingredienti

contenenti glutine ma che sono stati realizzati appositamente con altri componenti in modo da esserne privi; sono un esempio il pane, la pizza e la pasta. <sup>1</sup>

Mettendo a confronto una dieta ordinaria e una dieta celiaca emerge che la differenza sostanziale stia nell'utilizzo di cereali differenti: vengono eliminati frumento, orzo, farro, segale, kamut per essere sostituiti da riso, mais, manioca <sup>8</sup>, sorgo e altri "cereali minori" come fonio (appartenente alla famiglia del miglio), teff, panico, chia e "pseudo-cereali" quali grano saraceno, quinoa, amaranto <sup>8</sup>.

Soffermandosi su queste ultime categorie di cereali è stato riconosciuto che dal punto di vista nutrizionale garantiscono un ottimo apporto di nutrienti: oltre ad essere fonte carboidrati il loro contenuto proteico è superiore alla media dei convenzionali cereali e, soprattutto in amaranto e quinoa, l'elevato contenuto di lisina (un aminoacido) rende il loro valore biologico superiore ad altri cereali. <sup>8</sup>

"Cereali minori" e "pseudo-cereali" sono anche ricchi di fibre, fondamentali nei soggetti celiaci in quanto la dieta senza glutine ne è spesso carente; essi sono anche buone fonti di minerali come calcio, magnesio e potassio e di vitamine soprattutto vitamina E, vitamine del gruppo B e composti fenolici con attività antiossidante. <sup>8</sup>

Affinché i pazienti celiaci possano mantenere una dieta completa ed equilibrata, con il giusto apporto di nutrienti, risulta fondamentale introdurre questi cereali bilanciandoli con altri alimenti privi di glutine. <sup>8</sup>



**Tabella 6:** cereali privi di glutine

### **2.2.2 Lacune della dieta celiaca**

Quando si parla di dieta sana si fa riferimento ad un piano alimentare vario ed equilibrato nel quale siano inseriti tutti i nutrienti necessari al fabbisogno dell'organismo.<sup>10</sup>

In merito alla dieta celiaca, sulla base di studi condotti su pazienti di tutte le età affetti da malattia celiaca, si può affermare che questa sia una dieta squilibrata in riferimento all'apporto di macronutrienti.<sup>10</sup>

Partendo dall'analisi dei grassi in linea generale si evince che la loro quantità sia superiore rispetto a quella raccomandata, tuttavia, l'analisi di questo fatto, è soggetta a diverse incognite in quanto gli studi sono stati effettuati su popolazioni che appartengono a culture differenti e in periodi dell'anno non precisati; l'esito delle indagini potrebbe quindi risultare leggermente alterato.<sup>10</sup>

Passando poi in esame l'assunzione di proteine emerge che, contrariamente a quanto si sosteneva a fine dello scorso millennio, questa sia più bassa rispetto a quella dei soggetti sani; l'analisi in questione fa ovviamente riferimento alle proteine vegetali che vengono introdotte nella dieta e non a quelle animali.<sup>10</sup>

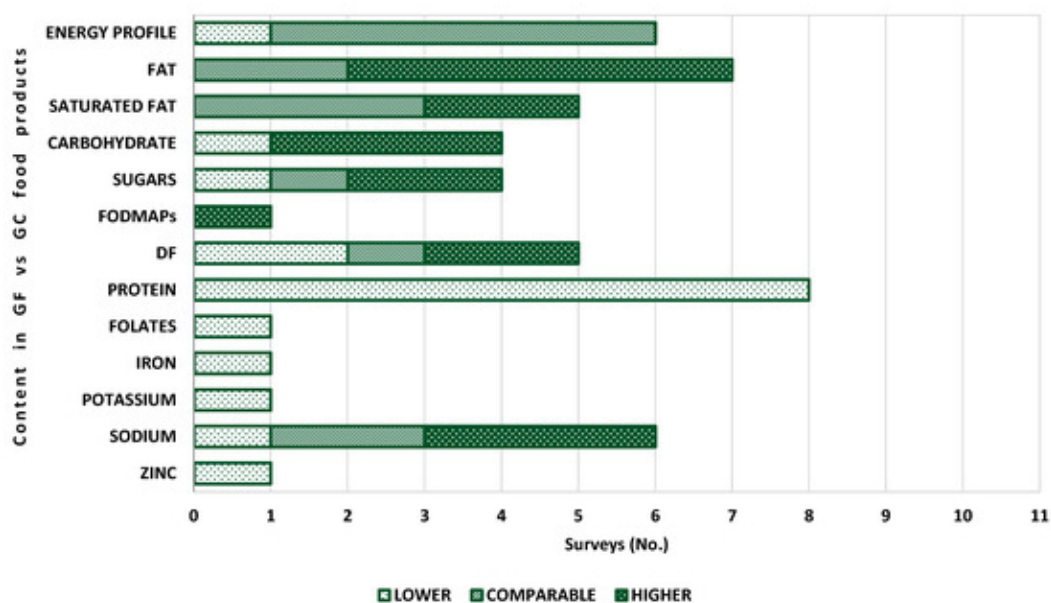
Successivamente, analizzando l'assunzione di carboidrati, si evince che i soggetti celiaci abbiano un apporto maggiore di zuccheri rispetto a chi non segue una dieta senza glutine; per quanto riguarda poi le fibre queste vengono assunte in misura minore rispetto ai soggetti sani.<sup>10</sup>

I pazienti che soffrono di malattia celiaca presentano carenze minerali e vitaminiche e la dieta senza glutine non porta miglioramenti a questa condizione, in particolare vengono registrate carenze di ferro, nonostante i soggetti analizzati ne assumessero la corretta quantità giornaliera, e di calcio negli adulti.<sup>10</sup>

Vi sono poi altri minerali come zinco, magnesio e selenio che risultano scarsi e, allo stesso modo, si presenta un deficit vitaminico in particolare di vitamina B12, vitamina D, vitamina C e acido folico. Quest'ultima condizione rappresenta un fattore di rischio per quanto concerne le malattie cardiovascolari se si considerano anche i livelli elevati di omocisteina plasmatica totale.<sup>10</sup>

Un'altra carenza della dieta senza glutine è rappresentata dal fatto di non essere efficaci nel raggiungimento dell'equilibrio del microbiota intestinale. Secondo diversi studi, infatti, i pazienti celiaci che seguono un piano alimentare adeguato non godono di uno stato ottimale della loro flora intestinale e questo si ripercuote inevitabilmente sulla salute dell'individuo. I batteri che popolano l'intestino dell'essere umano (le cui principali phyla sono bacteroidetes e firmicutes) svolgono funzioni fondamentali che vanno dal metabolismo dei nutrienti a quello degli xenobiotici e dei farmaci, ricoprono inoltre un ruolo primario nel mantenimento dell'integrità strutturale della barriera della mucosa intestinale, nella protezione contro i patogeni e l'immunomodulazione.<sup>9</sup>

Non è chiaro se questa problematica emerga dopo l'introduzione della dieta celiaca nella vita del paziente o se sia presente prima e una volta avvenuto il cambio di alimentazione questa condizione permanga. Tuttavia, grazie all'utilizzo di integratori probiotici, è possibile migliorare la condizione della flora intestinale e di conseguenza dello stato di salute generale del paziente.<sup>9</sup>



**Figura 5:** somiglianze e differenze tra i prodotti alimentari privi di glutine (GF) e gli equivalenti contenenti glutine (GC) in termini di contenuto di macro e micronutrienti, come emerso dalle indagini alimentari considerate.<sup>10</sup>

## **CAPITOLO III**

### **3.1 DIETA SENZA GLUTINE ED ESERCIZIO FISICO**

#### **3.1.1 Effetti della dieta celiaca sull'ipertrofia muscolare**

Una delle principali categorie di utenti fitness comprende quei soggetti che si avvicinano all'esercizio fisico con l'obiettivo di aumentare la propria massa muscolare e, questo obiettivo, viene ricercato anche da molti atleti in quanto una massa muscolare adeguatamente sviluppata ed efficiente risulta essere un requisito essenziale per il raggiungimento di determinate performance sportive.

La crescita muscolare è resa possibile grazie a due fenomeni principali: l'ipertrofia e l'iperplasia. Quando si parla di ipertrofia si fa riferimento alla crescita dimensionale delle fibre muscolari, mentre per iperplasia si intende la generazione di nuove fibre muscolari da parte di precursori chiamati cellule satelliti. Questi due processi vanno di pari passo in quanto, una volta aumentata la dimensione delle fibre muscolari, è necessario che vi sia anche una variazione del numero dei nuclei per mantenere costante il rapporto tra nucleo/citoplasma; ciò avviene grazie all'attivazione delle cellule satelliti in seguito ad un danno muscolare provocato dal carico meccanico attraverso l'esercizio fisico.<sup>15</sup>

Le proteine ricoprono un ruolo fondamentale nell'ipertrofia, più precisamente, la loro quantità è determinata dal rapporto tra sintesi proteica e velocità di degradazione che determina la condizione di anabolismo, equilibrio o catabolismo proteico che si verifica nel muscolo.<sup>15</sup>

Esistono varie vie coinvolte nella sintesi proteica, e quindi nello stimolo che genera successivamente ipertrofia, ma le più importanti sono quelle dell'esercizio fisico contro resistenza e dell'alimentazione. In particolare, quest'ultima risulta essere imprescindibile in quanto fornisce gli amminoacidi senza i quali non sarebbe possibile sintetizzare nuove proteine. A tal proposito viene evidenziato come i soggetti affetti da celiachia rischiano di trovarsi in una condizione di deficit per quanto riguarda l'assunzione di proteine a causa della dieta senza glutine.<sup>13</sup>

Secondo delle analisi condotte sugli alimenti senza glutine comparati a quelli normalmente contenenti glutine la quantità proteica media contenuta nei prodotti



senza glutine è risultata inferiore sia per il pane (con una differenza media di 4 g/100 g di pane) sia per la pasta (la cui differenza era di 5,8 g/100 g di pasta) rispetto ai prodotti normali. Dall'altro lato, considerando anche gli altri aspetti nutrizionali, è stato evidenziato come il pane senza glutine contenga generalmente meno ferro e più grassi totali rispetto al pane contenente glutine anche se in realtà la quantità di grassi saturi non differiva. Per la pasta, i prodotti senza glutine erano più alti nel contenuto di carboidrati ma allo stesso tempo più bassi come quantità di fibre, zuccheri, ferro e folati. <sup>13</sup>

Da questi dati è evidente come la quantità di proteine sia minore negli alimenti senza glutine; tuttavia, c'è da sottolineare che la maggior parte dell'apporto proteico in una dieta non deriva tanto dagli alimenti a base di cereali, quanto piuttosto da carne, legumi e via dicendo. Di conseguenza per un soggetto deliaco sarà fondamentale compensare questa mancanza attraverso altri alimenti per ottenere il fabbisogno proteico adatto.

Inoltre, come accennato precedentemente, chi segue una dieta priva di glutine va incontro al rischio di mal assorbimento di nutrienti che possono poi portare ad un deficit nutrizionale. Questa condizione può avere diverse conseguenze, tra cui una minore energia, una ridotta propensione all'esercizio fisico, minore forza e problemi psicologici dovuti a fattori che incidono quotidianamente sulla qualità di vita dei pazienti. <sup>14</sup>

A tal proposito è stato condotto uno studio per 12 settimane su un campione di 28 donne in menopausa o in post-menopausa, di cui 21 celiache; lo scopo era quello di valutare la qualità di vita, la composizione corporea e la forza degli arti superiori, dopo essere state sottoposte a diversi trattamenti. Il primo gruppo era composto da donne celiache che hanno seguito una dieta senza glutine accompagnata dall'esercizio fisico, il secondo, allo stesso modo, comprendeva donne celiache che seguivano solo una dieta senza glutine; il terzo era composto da donne celiache che non praticavano esercizio fisico e non seguivano una dieta senza glutine bilanciata e personalizzata; infine, l'ultimo gruppo è stato sottoposto a dei controlli su soggetti sani senza un piano nutrizionale e di esercizio fisico. <sup>14</sup>

La valutazione del BMI (Body mass index) è una variabile importante per comprendere il metabolismo umano in diverse condizioni di salute, compresa la celiachia. Dallo studio è emerso che le donne celiache tendono ad avere un indice di massa corporea e una percentuale di grasso inferiori rispetto alle donne sane. Nella presente indagine, i risultati ottenuti confermano questa affermazione, poiché il gruppo di controllo sano è costituito dalle donne con i valori di BMI più elevati ma allo stesso tempo non hanno la maggior percentuale di grasso. <sup>14</sup>

Per quanto riguarda la LBM (Lean body mass), che comprende ossa, legamenti, tendini, organi interni e muscoli, essi riportano che rispetto ai pazienti celiaci che seguono una dieta priva di glutine equilibrata, i celiaci che non seguono un tale piano alimentare presentano una LBM più bassa nel 66% dei soggetti. <sup>14</sup>

Tuttavia, il dato che fornisce maggiori informazioni in questo contesto, riguarda il primo gruppo, composto da donne celiache che seguivano una dieta senza glutine e svolgevano esercizio fisico contro resistenza per 3 volte a settimana. Dalle indagini è emerso che nei soggetti in questione vi è stata una variazione della LBM di  $27,6 \pm 2,3$  kg, mentre per il gruppo di celiaci che seguivano esclusivamente una dieta senza glutine di  $26,1 \pm 6,5$  kg e per il gruppo di celiaci senza dieta senza glutine di  $25,9 \pm 6,9$  kg. Per quanto riguarda invece il quarto gruppo, si osserva che i valori presentati sono rispettivamente  $25,9 \pm 6,9$  kg e  $26,7 \pm 5,4$  kg.

14

Concludendo, si può notare come il solo gruppo che seguiva una dieta celiaca personalizzata, accompagnata dall'esercizio contro resistenza, mostrasse un miglioramento significativo della composizione corporea con una diminuzione della massa grassa e un aumento della massa muscolare. <sup>14</sup> Di conseguenza si può affermare che, se viene somministrato un piano alimentare bilanciato e adeguato, accompagnato da una corretta programmazione dell'attività fisica, l'obiettivo della crescita muscolare risulta essere raggiungibile anche in soggetti affetti da malattia celiaca.

### 3.1.2 Effetti della celiachia sul dimagrimento

Un'ulteriore categoria di utenti che si avvicinano al mondo del fitness comprende tutti quei soggetti che hanno come obiettivo il dimagrimento. Alla base di tale processo si ha l'equazione di bilancio energetico che vede un disequilibrio tra calorie introdotte e calorie spese con un eccesso di quest'ultime rispetto alle prime. Per ottenere il dimagrimento sarà quindi necessario diminuire l'introito calorico, seguendo un piano alimentare corretto in termini quantitativi e qualitativi, accompagnando il tutto con dell'esercizio fisico adeguato al fine di aumentare il dispendio energetico, in particolar modo attraverso l'utilizzo di acidi grassi.<sup>15</sup>

Oltre all'esercizio fisico e l'alimentazione vi sono altre variabili che incidono sul dimagrimento: la prima su tutte è la componente genetica, con la presenza di sindromi monogenetiche e altri fattori come virus e ripercussioni a livello ormonale; vi sono poi le componenti ambientali come ad esempio il contesto culturale, l'inquinamento e il contesto socioeconomico; il NEAT (Non-Exercise Activity Thermogenesis) comprendente tutte le attività quotidiane al di fuori dell'esercizio fisico che comportano un dispendio energetico, ed infine l'assunzione di farmaci.<sup>15</sup>

Il dimagrimento è quindi un fenomeno multifattoriale ed estremamente variabile; soffermandosi sull'analisi dell'alimentazione la dieta celiaca è spesso protagonista in quanto contesto dato che molte persone, pur non soffrendo di malattia celiaca, seguono un regime alimentare che porta all'esclusione del glutine.

A tal proposito sono stati condotti diversi studi per verificare gli effetti di una dieta priva di glutine sul dimagrimento; in uno di questi sono state esaminate 40 donne sane in premenopausa, 20 di queste seguivano una dieta senza glutine e consumavano un muffin anch'esso privo di glutine, le altre 20 donne seguivano la stessa dieta celiaca, consumando però un muffin contenente glutine. I risultati evidenziano che non vi sono state differenze nei livelli di grasso corporeo, nella quantità di massa grassa, di citochine infiammatorie e nel dispendio energetico a riposo tra i gruppi di intervento.<sup>16</sup>

Gli alimenti senza glutine, inoltre, sono noti spesso per la loro elevata quantità di grassi, sale e zuccheri ma nonostante questa caratteristica, data la presenza di studi contrastanti, non è chiaro se la dieta celiachia aumenti i livelli di trigliceridi sierici o meno.

Secondo ulteriori indagini emerge che, quando dei soggetti sani seguono una dieta ipocalorica ad alto contenuto proteico e di glutine, vi è un aumento della massa magra e un miglioramento del controllo glicemico, evidenziando i benefici di una dieta iperproteica a restrizione energetica.<sup>16</sup>

Pertanto, nonostante vi siano indagini in cui i pazienti che seguivano una dieta celiaca vedevano una riduzione della circonferenza vita, della percentuale di grasso corporeo e miglioramento dei parametri metabolici (ad esempio, i livelli di trigliceridi), è importante sottolineare che questi effetti possono essere più legati all'adesione a un piano dietetico sano con restrizione calorica, maggiore consumo di frutta e verdura, un basso consumo di dolci e cibi fritti piuttosto che a una dieta senza glutine.<sup>16</sup>

Un altro elemento che emerge nell'analisi dei prodotti senza glutine realizzati con amido di riso o di mais è che questi hanno un indice glicemico elevato e il loro consumo può aumentare il rischio di sindrome metabolica nei soggetti celiaci. Inoltre, è stato dimostrato che l'aggiunta di polvere microincapsulata ad alto contenuto di grassi e latte in polvere a basso contenuto di grassi migliora l'appetibilità dei prodotti senza glutine ma ne aumenta il contenuto energetico.<sup>16</sup>

Al contrario, i carboidrati non digeribili derivati dal grano, possono anche ridurre la glicemia postprandiale, l'insulinemia, i livelli di trigliceridi a digiuno e il peso corporeo; in particolare l'oligofruztosio migliora lo stato immunitario, il metabolismo dei lipidi e l'assorbimento di vitamine e minerali.<sup>16</sup>

Di conseguenza una dieta senza glutine su soggetti non affetti da malattia celiaca o intolleranza al glutine sembra non avere alcun effetto benefico a livello nutrizionale, ciò che veramente influisce sulla qualità dell'alimentazione, e quindi su un miglior stile di vita, è una dieta corretta ed equilibrata accompagnata da una buona educazione alimentare<sup>16</sup> ed esercizio fisico. Questa affermazione viene

supportata dallo studio citato nel paragrafo precedente, in cui vengono analizzati BMI e composizione corporea di 4 gruppi di donne e da cui emergere che i valori migliori in termini di composizione corporea appartenevano al solo gruppo che seguiva una dieta equilibrata priva di glutine con dell'esercizio fisico contro resistenza per 3 volte a settimana, rispetto agli altri soggetti partecipanti che non praticavano attività fisica. <sup>14</sup>

	GFD + E (n = 7)	GFD (n = 7)	NO-GFD (n = 7)	CONTROL (n = 7)
Age (y)	44.7 ± 4.31	56.3 ± 14.1	62.4 ± 7.70	65.4 ± 4.12
Height (cm)	166 ± 2.54	158 ± 1.79	159 ± 7.71	155 ± 4.49
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.2 ± 3.39	27.9 ± 3.67	24.6 ± 2.51	29.3 ± 4.43

**Figura 6:** caratteristiche dei partecipanti coinvolti nell'indagine. GFD + E: donne celiache con piano nutrizionale senza glutine ed esercizio fisico programmato; GFD: donne celiache con piano nutrizionale senza glutine; NO-GFD: donne celiache senza piano nutrizionale né esercizio fisico; CONTROL: donne sane senza interventi dietetici o di esercizio fisico.

## **3.2 DIETA CELIACA E SPORT**

### **3.2.1 Effetti della dieta celiaca in sport a regime aerobico**

La celiaca è largamente diffusa anche tra gli atleti di vari sport, secondo le stime, infatti, la probabilità che questi possano essere affetti da tale malattia è 3,85 volte superiore rispetto alla popolazione generale. Questi soggetti vanno incontro ad una condizione generalmente negativa sia dal punto di vista fisico e prestazionale sia psicologico, sociale e ambientale che incide sulla qualità di vita e inevitabilmente intacca anche le prestazioni sportive.<sup>17</sup>

Data l'enorme varietà di sport e specialità non vi potrà essere un'analisi di ogni singola disciplina ma sarà possibile dividere questo insieme vario ed eterogeneo in due macrocategorie: gli sport a regime prevalentemente aerobico e gli sport a regime prevalentemente anaerobico.

Per quanto riguarda i primi si fa riferimento a tutte quelle discipline in cui predomina il meccanismo aerobico, il quale consente la produzione di ATP, e quindi di energia, in presenza di ossigeno grazie al consumo di glucosio ematico, glicogeno muscolare, acidi grassi e amminoacidi. Una caratteristica fondamentale di questo meccanismo è che viene coinvolto in sforzi costanti ad intensità medio-basse, con una produzione ridotta di molecole di scarto, tra cui l'acido lattico che viene ossidato o riconvertito in glucosio nel fegato e nei reni.

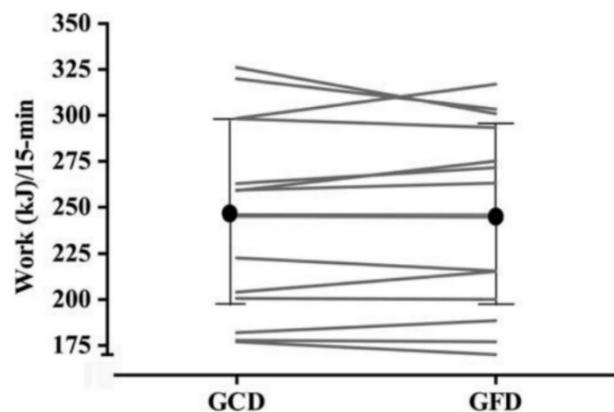
Il sistema aerobico non è un sistema on-off: il consumo di ossigeno si stabilizza dopo 3-4 minuti e successivamente rimane costante raggiungendo lo stato stazionario (steady state). Nella fase antecedente a questa stabilizzazione si crea il cosiddetto debito di ossigeno che consiste nella quantità di ossigeno richiesta per ripristinare le scorte di energia utilizzate anaerobicamente durante il periodo di lavoro prima di raggiungere lo stato stazionario e quindi il regime aerobico.

Gli atleti che praticano uno sport in cui prevale il regime aerobico sono tenuti a seguire un piano alimentare finalizzato a supportare la loro elevata richiesta energetica durante gli allenamenti, le gare e nella successiva fase di recupero. In linea generale i soggetti che praticano queste discipline vanno incontro a disturbi gastrointestinali paragonabili a quelli che caratterizzano la sindrome dell'intestino

irritabile quali diarrea, costipazione, gonfiore, crampi intestinali e flatulenza. In tale contesto la dieta senza glutine viene spesso utilizzata come terapia con il fine di limitare l'assunzione di una buona parte di cibi responsabili di problemi gastrointestinali indesiderati. Tuttavia, esistono studi contrastanti in merito e non vi sono evidenze che mostrino benefici della dieta priva di glutine sul miglioramento di sintomi gastrointestinali, sulla risposta immunitaria e sulle prestazioni atletiche; di conseguenza non dovrebbe essere raccomandato agli atleti non celiaci di seguire una simile dieta.<sup>18</sup>

A tal proposito è stato effettuato uno studio in cui sono stati coinvolti 13 ciclisti professionisti, 5 donne e 8 uomini, non affetti da celiachia, allergia al grano, sensibilità al glutine, sindrome dell'intestino irritabile o familiari che presentassero tali condizioni. I soggetti sono stati sottoposti a dieta normale e ad una dieta senza glutine per 7 giorni e successivamente hanno sostenuto dei test fisici, in particolare una corsa sub massimale in stato stazionario (steady-state) al 70% della W max (picco di potenza) per 45 minuti, seguita da una prova a cronometro di 15 minuti (time trial).<sup>19</sup>

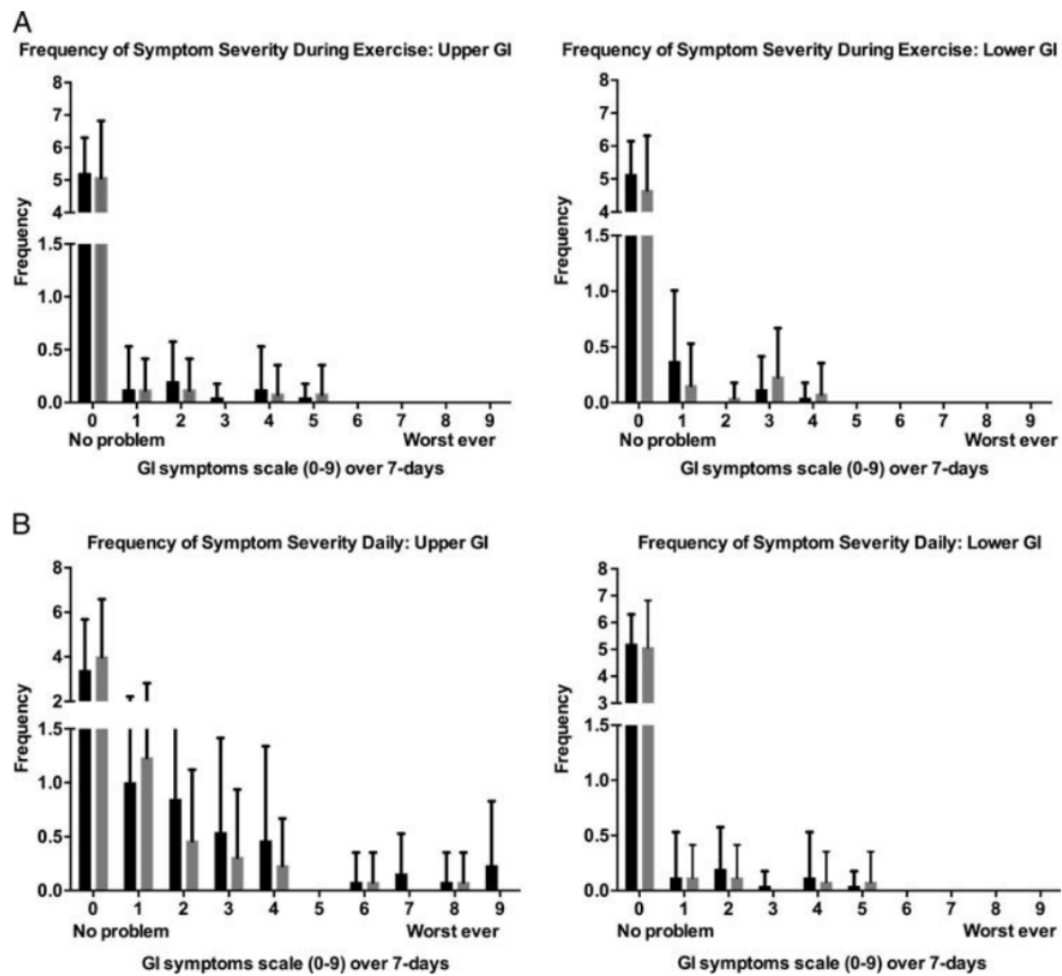
I risultati dimostrano che al termine di questa indagine svolta per un periodo di 7 giorni non vi sono state differenze rilevanti tra prove fisiche in seguito alla somministrazione di una dieta con il glutine o priva di esso, anche per quanto riguarda frequenza cardiaca, potenza e cadenza rilevate durante le prestazioni non vi erano variazioni significative.<sup>19</sup>



**Figura 7:** rappresentazione delle prestazioni (kJ) in 15 minuti di time trial a seguito di una dieta contenente glutine (GCD) e priva di glutine (GFD).<sup>19</sup>

Per quanto riguarda i disturbi gastrointestinali registrati sia a riposo sia durante l'esercizio fisico non vi sono state variazioni considerevoli tra una dieta senza glutine o un normale regime alimentare.<sup>19</sup>

Allo stesso modo anche le risposte infiammatorie sistemiche misurate erano simili tra gli interventi dietetici prima, durante e subito dopo il test di performance, dimostrando che l'eliminazione a breve termine del glutine negli atleti non celiaci non influenza la risposta citochinica.<sup>19</sup>



**Figura 8:** frequenza dei sintomi gastrointestinali superiori e inferiori a riposo e durante l'esercizio fisico nel periodo di 7 giorni, seguendo una dieta contenente glutine (colore nero) e una dieta senza glutine (colore grigio).<sup>19</sup>



Come anticipato precedentemente gli atleti che praticano discipline in cui viene utilizzato principalmente il sistema aerobico necessitano di una grande quantità di energia per svolgere la propria attività; il rischio a cui vanno incontro questi soggetti nel momento in cui seguono una dieta priva di glutine è proprio quello di presentare un deficit energetico, di fibre e micronutrienti che porta al possibile sviluppo della sindrome RED-S. Gli alimenti contenenti glutine, infatti, rappresentano generalmente la maggior risorsa di carboidrati e quindi di energia all'interno di una normale dieta e nel momento in cui si limita l'assunzione di questi prodotti si ha inevitabilmente una riduzione della quantità di carboidrati disponibili.<sup>18</sup>

Pertanto, la dieta senza glutine può essere una strategia efficace per gli atleti affetti da celiachia che dovranno però seguire un piano alimentare adattato alle loro esigenze prestando particolare attenzione al bilancio energetico per non compromettere la salute metabolica e le prestazioni sportive.<sup>18</sup>

### **3.2.2 Effetti della dieta celiaca in sport a regime anaerobico**

Gli sport prevalentemente anaerobici si basano su due meccanismi energetici differenti: il meccanismo anaerobico alattacido e quello anaerobico lattacido.

Il primo sfrutta la fosfocreatina per la sintesi di ATP, producendo quindi una certa quota di energia in assenza di ossigeno partendo da una molecola di fosfato altamente energetico. L'enzima che catalizza questa reazione è la creatina chinasi e la caratteristica fondamentale di questo meccanismo energetico è che il ripristino delle scorte di fosfocreatina avviene rapidamente (70% nei primi 30 secondi e 100% in 3-5 minuti).

Come risultato questo sistema è in grado di sviluppare molta energia con elevati picchi di potenza ma capacità ridotta in quanto i tempi sono di 8/10 secondi fino a un massimo di 15; non produce inoltre acido lattico e viene quindi coinvolto in attività molto brevi ed intense come forza massima, potenza, velocità massima.

La liberazione di energia da parte dei fosfati altamente energetici è da 4 a 8 volte più rapida di quello che si verifica nel corso di reazioni aerobiche; per allenare

questo sistema è fondamentale prestare attenzione al recupero che deve essere di almeno 3 minuti ripristinare i livelli di fosfocreatina.

Il sistema anaerobico lattacido, invece, produce energia sfruttando la glicolisi anaerobica che avviene nel citoplasma della cellula muscolare in assenza di ossigeno. A differenza del sistema alattacido in questo caso viene prodotto acido lattico e tale sistema energetico viene utilizzato per compiere sforzi in un intervallo di tempo maggiore, che varia dai 15 secondi ai 2 minuti.

La potenza sviluppata da questo meccanismo è pari al 45% di quella liberata dal sistema alattacido e le maggiori concentrazioni di acido lattico si hanno in esercizi della durata di 60-180 secondi, con il diminuire dell'intensità del lavoro e della durata della prova, diminuiscono la velocità di accumulo dell'acido lattico e la sua concentrazione ematica.

In uno studio esaminato precedentemente nel paragrafo riguardante l'ipertrofia muscolare che vede come soggetti d'indagine di 28 donne, di cui 21 celiache, suddivise in 4 gruppi, viene misurata anche la forza di presa isometrica mediante un handgrip test con dinamometro calibrato. Il test viene ripetuto due volte con la mano dominante e i partecipanti sono seduti nella stessa posizione, con flessione di spalla e gomito di 0°, l'avambraccio e la mano in posizione neutra ed esercitano la loro forza massima per 5 secondi, con 30 secondi di recupero passivo tra le prove. Il valore più alto per entrambe le mani è stato registrato e utilizzato per l'analisi statistica come forza massima volontaria di presa della mano. <sup>14</sup>

Ciò che emerge dai risultati è che il gruppo di donne celiache che svolgevano dell'esercizio fisico contro resistenza per 3 volte a settimana, abbinato ad una dieta senza glutine bilanciata, era in grado di sviluppare livelli di forza superiore alle altre donne celiache che non svolgevano alcun tipo di attività fisica. Inoltre, va sottolineata la correlazione positiva tra la forza dinamometrica della mano e i chilogrammi di Lean Body mass (LBM). <sup>14</sup>

Nonostante la forza di presa misurata in questo studio sia espressione di un lavoro anaerobico alattacido, ad oggi, non vi sono altre indagini in letteratura scientifica

che analizzino le prestazioni sportive di atleti impegnati in discipline in cui prevale l'impiego del sistema anaerobico.

Tuttavia, per quanto riguarda l'utilizzo del sistema anaerobico, questo viene impiegato generalmente nel resistance training e quindi in tutto il contesto che riguarda l'esercizio fisico contro resistenza con il fine di aumentare la massa muscolare e forza che sono elementi essenziali nella preparazione fisica di tutti gli atleti che praticano sport a regime prevalentemente anaerobico.

A tal proposito ci si può ricollegare al paragrafo riguardante l'ipertrofia muscolare e la dieta senza glutine analizzato precedentemente; inoltre, è stato condotto uno studio dall'Università degli studi di Padova nel 2023 in cui sono stati esaminati 24 soggetti celiaci e 28 individui sani di età compresa tra 18 e 65 anni. I pazienti celiaci sono stati sottoposti ad un'analisi della composizione corporea e dello stato nutrizionale attraverso il calcolo del BMI, le misurazioni antropometriche e l'analisi dell'impedenza bioelettrica (BIA) in tre momenti differenti: subito dopo la diagnosi di celiachia, dopo 6 mesi e dopo un anno durante il quale avevano seguito una corretta dieta priva di glutine.<sup>20</sup>

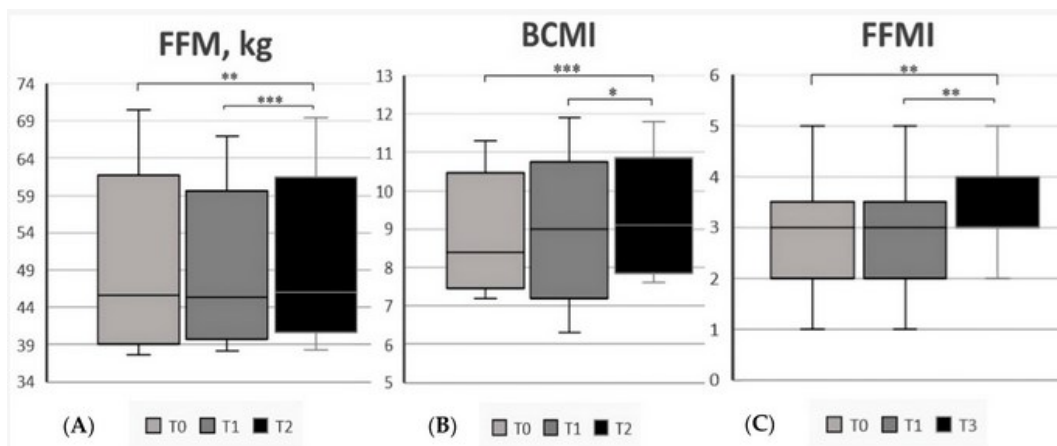
Dalle analisi emerge che al momento della diagnosi l'indice di massa cellulare corporea (BCMI), l'indice di massa magra (FFMI) e l'indice di massa scheletrica appendicolare (ASMI) e l'angolo di fase erano più bassi nei pazienti celiaci rispetto ai soggetti sani; mentre la percentuale di acqua extracellulare (ECW) era più alta.<sup>20</sup>

Successivamente, nelle stesse indagini effettuate a distanza di sei mesi, emerge che l'angolo di fase è migliorato così come il valore medio di presa e del Muscle Quality Index (MQI), ovvero l'indice per la valutazione qualitativa della massa muscolare, l'indice di massa cellulare corporea (BCMI) e l'acqua extracellulare (ECW) in litri; mentre la percentuale di ECW è diminuita.<sup>20</sup>

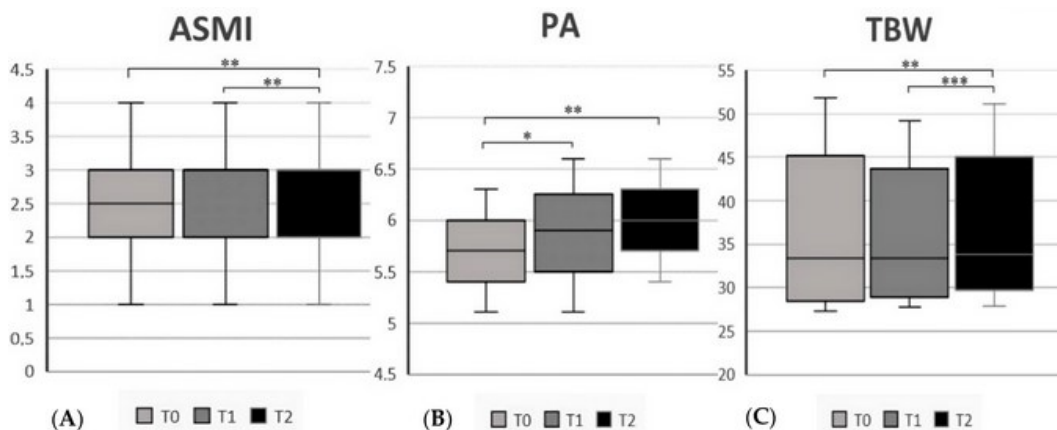
Dopo un anno di dieta senza glutine è stato riscontrato un miglioramento generale dello stato nutrizionale: FFM, BCMI, FFMI e ASMI sono aumentati significativamente nel tempo. Inoltre, anche il valore medio dell'angolo di fase (PA), il valore medio di presa e l'acqua totale (TBW) sono aumentati, mentre la

percentuale di acqua extracellulare (ECW) è diminuita. Sono state anche analizzate le variazioni di tutti i parametri dai sei mesi a un anno di dieta senza glutine riscontrando un miglioramento nei seguenti: FFM, FFMI, ASMI, BCMI, PA e TBW. Non sono state invece riscontrate differenze in termini di valori di BMI. <sup>20</sup>

Osservando i risultati è evidente come alla diagnosi i pazienti celiaci avessero uno stato nutrizionale peggiore rispetto ai soggetti sani che è significativamente migliorato dopo 6 e 12 mesi di dieta senza glutine. Analizzando in particolare i parametri più rilevanti per la crescita muscolare emerge che la massa magra (FFM), l'indice di massa magra (FFMI), l'indice di massa scheletrica appendicolare (ASMI) e l'acqua totale (TBW), che riflette l'aumento di tutti gli indici di massa magra, si può notare che i valori sono migliorati con un'alimentazione adeguata e questo indica la possibilità per tutti i soggetti celiaci di incrementare la propria massa magra con un corretto piano alimentare. <sup>20</sup>



**Figura 9:** Valori misurati nei pazienti celiaci in 3 condizioni diverse: T0 al momento della diagnosi, T1 dopo 6 mesi di dieta senza glutine e T2 dopo un anno. FFM (massa magra, kg), BCMI (indice di massa cellulare), FFMI (indice di massa magra). \* Indica le differenze significative. <sup>20</sup>



**Figura 10:** Valori misurati nei pazienti celiaci in 3 condizioni diverse: T0 al momento della diagnosi, T1 dopo 6 mesi di dieta senza glutine e T2 dopo un anno. ASMI (indice di massa muscolare scheletrica appendicolare), PA (angolo di fase), TBW (acqua corporea totale). \* Indica le differenze significative.<sup>20</sup>

Come accennato sempre nel paragrafo dell'ipertrofia è fondamentale per un atleta che abbia come obiettivo quello di accrescere la massa muscolare, oltre ad un corretto programma di allenamento contro resistenza, assumere attraverso l'alimentazione una quota proteica sufficiente. In tal senso i soggetti celiaci, pur disponendo di prodotti da forno in cui vi è un quantitativo proteico inferiore rispetto ai corrispettivi cibi contenenti glutine, hanno comunque a disposizione le fonti proteiche che derivano dalla carne, dai latticini e dai legumi; inoltre è stato dimostrato che le proteine del grano abbiano un effetto nettamente inferiore sulla sintesi proteica in quanto povere di amminoacidi essenziali.<sup>21</sup>

## CONCLUSIONI

Dall'analisi della letteratura è emerso che la dieta senza glutine non rappresenta un fattore limitante nel raggiungimento dei vari obiettivi in termini prestazioni sportive sia aerobiche che anaerobiche e di esercizio fisico, in particolare di ipertrofia muscolare e dimagrimento. Questa considerazione, tuttavia, risulta completa solo se viene aggiunta la premessa che per un soggetto celiaco è necessario seguire correttamente un piano alimentare stilato da un professionista della nutrizione sulle proprie necessità, evitando così il rischio di deficit nutrizionali.

Tale dieta richiede infatti uno studio meticoloso che spesso viene sottovalutato dai pazienti celiaci e in alcuni casi dall'équipe sanitaria che segue questi soggetti; le differenze nutrizionali dei prodotti senza glutine rispetto a quelli normali, in particolare l'abbondanza di grassi, la carenza di proteine, minerali e vitamine, se accumulate nel tempo portano i pazienti ad uno stato nutrizionale non adatto ad assolvere alle esigenze fisiologiche dell'organismo, tantomeno se sottoposto ad uno sforzo fisico.

Dall'altro lato emerge anche che la dieta priva di glutine non ha alcun beneficio sull'ipertrofia muscolare, sul dimagrimento e sulle prestazioni sportive aerobiche e anaerobiche a meno che i soggetti che seguono questa alimentazione non siano celiaci, allergici al grano o sensibili al glutine. Al contrario, un soggetto non celiaco che segue tale regime alimentare senza essere seguito da un professionista della nutrizione rischia di andare incontro ad una dieta restrittiva, non bilanciata, con degli effetti inevitabilmente negativi anche sulle prestazioni fisiche e sulla salute in generale.

Effetti della dieta senza glutine in soggetti celiaci	Effetti della dieta senza glutine in soggetti non celiaci
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ripristino della mucosa dell'intestino tenue</li> <li>• Riduzione di malassorbimento, diarrea, steatorrea, perdita di peso</li> <li>• Migliore densità minerale ossea e composizione corporea</li> <li>• Incremento delle prestazioni fisiche</li> <li>• Miglioramento dello stato di salute generale e dello stile di vita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nessun miglioramento dei disturbi gastrointestinali e della salute in generale</li> <li>• Nessun effetto positivo su prestazioni fisiche e sui livelli di infiammazione</li> <li>• Nessun effetto positivo sulla perdita di peso</li> <li>• Maggior rischio di squilibri nutrizionali</li> <li>• Non presenta reali controindicazioni</li> </ul>

**Tabella 7:** differenze tra soggetti celiaci e sani che seguono una dieta senza glutine

## BIBLIOGRAFIA

- <sup>1</sup> Relazione annuale al parlamento sulla celiachia (2020). Ministero della salute. <https://www.salute.gov.it/>
- <sup>2</sup> Istituto Superiore di Sanità. EpiCentro - L'epidemiologia per la sanità pubblica (2017). <https://www.epicentro.iss.it/celiachia/>
- <sup>3</sup> Aljada, B., Zohni, A., & El-Matary, W. (2021). The Gluten-Free Diet for Celiac Disease and Beyond. *Nutrients*, 13(11), 3993. <https://doi.org/10.3390/nu13113993>
- <sup>4</sup> Holtmeier, W., & Caspary, W. F. (2006). Celiac disease. *Orphanet journal of rare diseases*, 1, 3. <https://doi.org/10.1186/1750-1172-1-3>
- <sup>5</sup> Agarwal, A., Chauhan, A., Ahuja, V., & Makharia, G. K. (2020). Opportunities and challenges in the management of celiac disease in Asia. *JGH open: an open access journal of gastroenterology and hepatology*, 4(5), 795–799. <https://doi.org/10.1002/jgh3.12381>
- <sup>6</sup> Lester, D.R. Gluten measurement and its relationship to food toxicity for celiac disease patients. *Plant Methods* 4, 26 (2008). <https://doi.org/10.1186/1746-4811-4-26>
- <sup>7</sup> Biesiekierski, J. R. (2017) What is gluten?. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 32: 78– 81. <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>
- <sup>8</sup> L. Saturni, G. Ferretti, T. Bacchetti, G. Scarparo. “Qualità nutrizionale della dieta gluten-free”. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=f11ef9b97dac1313442111152910deab34b7355#page=74>
- <sup>9</sup> Aljada, B., Zohni, A., & El-Matary, W. (2021). The Gluten-Free Diet for Celiac Disease and Beyond. *Nutrients*, 13(11), 3993. <https://doi.org/10.3390/nu13113993>
- <sup>10</sup> Melini, V., & Melini, F. (2019). Gluten-Free Diet: Gaps and Needs for a Healthier Diet. *Nutrients*, 11(1), 170. <https://doi.org/10.3390/nu11010170>
- <sup>11</sup> *Nutrients*, 2016
- <sup>12</sup> Malsagova, K. A., Kopylov, A. T., Sinitsyna, A. A., Stepanov, A. A., Izotov, A. A., Butkova, T. V., Chingin, K., Klyuchnikov, M. S., & Kaysheva, A. L. (2021).



Sports Nutrition: Diets, Selection Factors, Recommendations. *Nutrients*, 13(11), 3771. <https://doi.org/10.3390/nu13113771>

<sup>13</sup> Stefania D'Angelo, Pompilio Cusano. "Gluten-free diets in athletes". *Journal of Physical Education and Sport* – August 31, 2020

<sup>14</sup> Alejandro Martínez-Rodríguez, Daniela Alejandra Loaiza-Martínez 3, Javier Sánchez, Jacobo A. Rubio-Arias, Fernando Alacid, Soledad Prats-Moya, María Martínez-Olcina, Rodrigo Yáñez-Sepúlveda, Nuria Asencio-Mas and Pablo J. Marcos-Pardo. "Effects of 12 Weeks of Strength Training and Gluten-Free Diet on Quality of Life, Body Composition and Strength in Women with Celiac Disease: A Randomized Controlled Trial"

<sup>15</sup> Antonio Paoli, Marco Neri, Antonino Bianco. "Principi di metodologia del fitness"

<sup>16</sup> Luciana Gonçalves Orange, Maria Izabel Siqueira de Andrade, Cybelle Rolim Lima, Keila Fernandes Dourado, Thayná Menezes Santos, Marina Moraes Petribu, Priscilla Regia de Andrade Calaça, Silvia Alves Silva. "Does a Gluten-free Diet Improve Metabolic Syndrome Parameters? A Systematic Review"

<sup>17</sup> James E. Leone, Kimberly A. Wise, Elizabeth M. Mullin, Kimberly A. Gray, Philip A. Szlosek, Matthew F. Griffin, Cara A. Jordan. "Celiac Disease Symptoms in Athletes: Prevalence Indicators of Perceived Quality of Life" – 2020

<sup>18</sup> Devrim-Lanpir, A., Hill, L., & Knechtle, B. (2021). Efficacy of Popular Diets Applied by Endurance Athletes on Sports Performance: Beneficial or Detrimental? A Narrative Review. *Nutrients*, 13(2), 491. <https://doi.org/10.3390/nu13020491>

<sup>19</sup> Lis, D., Stellingwerff, T., Kitic, C. M., Ahuja, K. D., & Fell, J. (2015). No Effects of a Short-Term Gluten-free Diet on Performance in Nonceliac Athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(12), 2563–2570. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000699>

<sup>20</sup> Maniero, D., Lorenzon, G., Marsilio, I., D'Odorico, A., Savarino, E. V., & Zingone, F. (2023). Assessment of Nutritional Status by Bioelectrical Impedance

in Adult Patients with Celiac Disease: A Prospective Single-Center Study. *Nutrients*, 15(12), 2686. <https://doi.org/10.3390/nu15122686>

<sup>21</sup> Stokes, T., Hector, A. J., Morton, R. W., McGlory, C., & Phillips, S. M. (2018). Recent Perspectives Regarding the Role of Dietary Protein for the Promotion of Muscle Hypertrophy with Resistance Exercise Training. *Nutrients*, 10(2), 180. <https://doi.org/10.3390/nu10020180>

<sup>22</sup> Serena, G., Camhi, S., Sturgeon, C., Yan, S., & Fasano, A. (2015). The Role of Gluten in Celiac Disease and Type 1 Diabetes. *Nutrients*, 7(9), 7143–7162. <https://doi.org/10.3390/nu7095329>