

pano a funzioni essenziali per il nostro organismo. Se, invece, si verifica un'alterazione qualitativa o quantitativa dell'eubiosi, allora si parla di **disbiosi**, la quale si correla con svariati fattori:

- minore efficienza del sistema immunitario;
- minore produzione delle vitamine K e B;
- meno batteri a sostegno della fase di eubiosi.

La composizione del microbiota è fortemente influenzata dall'alimentazione e dalla sua qualità; a tal proposito è importante regolare il regime alimentare introducendo meno zuccheri e meno farine raffinate, oltre a evitare gli eccessi di carboidrati, riducendo il consumo di latticini e aumentando la quota di frutta e verdura nell'alimentazione. La disbiosi può essere controllata dall'uso di **probiotici**, ovvero di microrganismi vivi che, se ingeriti, risultano benefici per l'organismo perché capaci di riformare la barriera mucosale intestinale.

Tenendo conto degli equivalenti calorici delle tre classi di macronutrienti, che sono circa 4 kcal/g di carboidrati o di proteine e circa 9 kcal/g per i lipidi, secondo le attuali conoscenze, in una dieta bilanciata gli apporti calorici dovrebbero derivare (Fig. 4):

- per almeno il 55-60% dai carboidrati, in cui la quota di competenza degli zuccheri semplici non deve superare il 10% (gli zuccheri possono essere sostituiti da specifici apporti di polioli);
- per il 12-15% dalle proteine, in cui la quota di proteine ad alto valore biologico deve essere pari ad almeno un terzo;
- per il 25-30% massimo dai lipidi, con un'adeguata presenza di acidi grassi essenziali (linoleico e α -linolenico).

Come già detto, la dieta equilibrata richiede valori assoluti e comparati di macronutrienti e di componen-

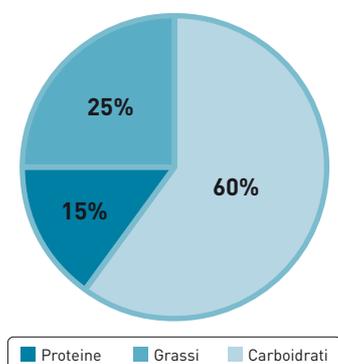


Figura 4 Ripartizione giornaliera dei macronutrienti (% di kcal).

ti altrettanto importanti ma presenti negli alimenti in quantità molto più piccole. Per trasferire in modo chiaro e fruibile le linee guida di una sana e corretta alimentazione ai consumatori, è stato necessario individuare una forma che desse informazioni semplici, esatte e di facile comprensione. In base a queste considerazioni, è stata scelta la piramide come forma che abbina al concetto di quantità assoluta anche i rapporti relativi fra le varie componenti. La prima piramide alimentare nasce nel 1992 negli Stati Uniti. A questa piramide si sono succedute altre piramidi con un approccio diverso, riferito al tipo di alimenti o a nuove raccomandazioni nutrizionali o salutistiche. Attualmente sono state elaborate anche modalità alternative di visualizzazione per includere i recenti progressi, le diverse esigenze alimentari e facilitare la comprensione da parte del pubblico (negli Stati Uniti la piramide alimentare è stata sostituita nel 2011 dal MyPlate che raffigura le proporzioni degli alimenti in un piatto).

È impensabile, nel lungo periodo, che si possano soddisfare le esigenze caloriche solo con due dei tre macrocomponenti o, ancora peggio, con uno solo dei tre. Per esempio, i lipidi che possono dare un rilevante apporto calorico al fabbisogno energetico, non possono essere metabolizzati correttamente se non in presenza di un certo introito di carboidrati. Inoltre, è noto che un eccesso di carboidrati, soprattutto di zuccheri semplici, potrebbe favorire l'insorgenza di alcune forme di diabete, mentre le proteine in eccesso potrebbero provocare rapidamente delle difficoltà, per esempio a livello renale o epatico. Infatti, nelle raccomandazioni inserite negli integratori proteici e/o amminoacidici deve essere chiaramente scritto "in caso di patologie renali o epatiche consultare il medico".

3. Proteine

Le proteine (trattate nei Capitoli 8 e 9) sono l'unico macronutriente che non può assolutamente mancare in una dieta corretta (nemmeno per brevi periodi), anche se gli eccessi possono dare problemi di salute rilevanti, per esempio ai reni e al fegato. Il nostro organismo subisce in modo naturale una perdita corporea continua e spontanea di proteine (per la crasi ematica, la morte cellulare programmata, il ricambio di tessuti ecc.) che deve essere reintegrata e che è valutata, in condizioni normali, in circa 30 g/die. Del resto, le perdite azotate sono considerate un ottimo indice del tipo

di metabolismo in atto (da moderato-normale a sostenuto o, addirittura, ipercatabolico), utile per stabilire i necessari trattamenti dietoterapici, come quelli che avvengono mediante nutrizione enterale. Infine, nel calcolo del giusto introito calorico delle proteine bisogna considerare che il consumo degli alimenti accresce il dispendio energetico dell'organismo dovuto alle calorie necessarie per l'assorbimento e la trasformazione dei vari nutrienti (**azione dinamico-specifica**). Nel caso delle proteine questo valore aggiuntivo di calorie è il più elevato fra i tre macronutrienti per cui la "spesa calorica" associata alle ultime fasi del metabolismo azotato è valutabile, in una dieta bilanciata, in circa il 10% del valore calorico complessivo.

Per una corretta gestione dell'introito proteico non basta stabilire il corrispondente apporto calorico ma occorre tener conto delle caratteristiche nutrizionali delle proteine alimentari, *in primis* il valore biologico valutabile in prima approssimazione tramite l'**indice chimico**, o *chemical score* della proteina, e la **digeribilità** (oltre alla cosiddetta "utilizzazione proteica netta", sulla cui importanza non ci soffermiamo). Per valutare l'indice chimico occorre tener presente il ruolo degli amminoacidi essenziali (*vedi* Capitolo 8). Dato che questi amminoacidi non sono sintetizzabili nell'organismo attraverso i percorsi metabolici umani, ne deriva che per ognuno di essi esiste un fabbisogno giornaliero che, oltre a variare con l'età, varia anche in funzione di determinate condizioni fisiopatologiche; per tale motivo è stato stabilito da organismi internazionali un quadro di riferimento di tali fabbisogni, che permette di valutare l'indice chimico di tutte le proteine. In termini più semplici, se la proteina ingerita ha un profilo in amminoacidi essenziali che si avvicina o, addirittura, si sovrappone a quello della proteina di riferimento (in genere si tratta delle proteine del latte materno, di uova e di alcuni tipi di carne), la stessa è utilizzata meglio dal nostro organismo e con una minore produzione di scarti metabolici azotati. Questo secondo aspetto non è da sottovalutare nel caso in cui gli scarti siano rilevanti, perché si possono creare dei rischi per i nefropatici; ciò giustifica lo sviluppo e l'utilizzo dei prodotti cerealicoli sostitutivi per la quota di proteine indirizzati ai nefropatici.

La **digeribilità**, ossia il rapporto tra l'azoto assorbito e l'azoto ingerito misurati secondo il metodo Kjeldahl, in genere aumenta con la cottura degli alimenti. Tuttavia la fase di cottura degli alimenti può provocare, se non condotta a regola d'arte, la formazione di vari artefatti indigeribili e talvolta an-

che di pericolose sostanze a cui è bene non esporsi. Per esempio, durante la cottura si possono formare dei prodotti di condensazione come la lisinoalana, oppure dei legami per *cross-linking* tra molecole di classi diverse. L'esempio più noto è la reazione di Maillard (*vedi* Capitolo 8), che riduce il contenuto della lisina, rendendola non biodisponibile e abbassando l'indice chimico della proteina. Le cotture condotte a elevate temperature, come la grigliatura e l'arrosto a fiamma diretta, provocano la formazione delle cosiddette ammine eteroaromatiche, per alcune delle quali è nota l'attività cancerogena e/o mutagena, e derivanti anch'esse da alcuni intermedi della reazione di Maillard. La stessa acrilammide, che è un composto tossico e considerato a livello internazionale come probabile mutageno, si forma in seguito alla reazione di Maillard.

Non tutti gli alimenti proteici devono essere assunti solo se cotti, ma, ovviamente, ne deve essere garantita la salubrità igienica attraverso apposite misure. La maggior parte degli alimenti, soprattutto proteici, può facilmente essere colonizzata e fungere da terreno di crescita per agenti microbici, tra cui patogeni, che possono generare anche delle pericolose tossine, per cui è necessario, in alternativa alla cottura, usare metodi di conservazione opportuni (caldo, freddo, utilizzo di agenti conservanti, sottrazione di acqua ecc.). Per quanto riguarda i carpacci di carne o di pesce, il potenziale pericolo di esposizione al rischio microbiologico deve essere ridotto, se non addirittura annullato, mediante dei controlli rigorosi a valle di trattamenti adeguati, come l'uso di un abbattitore di temperatura.

Nel caso di formaggi e salumi, la sicurezza deve essere garantita mediante opportuni trattamenti delle materie prime, come l'uso di salamoie (il sale infatti riduce drasticamente l'attività dell'acqua) o, in casi specifici, di un lungo periodo di maturazione, che genera spesso degli antibiotici naturali, di solito di origine peptidica, o mediante creazione di condizioni sfavorevoli alla proliferazione microbica, come l'aumento dell'acidità dell'alimento.

Reazioni avverse alle proteine

Tra gli alimenti che possono essere causa di reazioni avverse, quali le allergie e le intolleranze alimentari, quelli ricchi in proteine sono fra i più pericolosi, sia come proteine tal quali sia come fonte di precursori di prodotti di idrolisi (peptidi e amminoacidi liberi), che sono in grado di sviluppare tossicità verso i soggetti più sensibili per motivi genetici o epigene-

tici. Ricordiamo che esistono differenze fondamentali tra intolleranze e allergie alimentari (queste ultime sono chiamate anche trofoallergie).

Le **intolleranze** possono essere dovute a fenomeni di malassorbimento (come può accadere per il lattosio) oppure scatenano reazioni molto importanti, a causa di una scorretta o scadente resa di trasformazione metabolica per la carenza di uno o più enzimi coinvolti, dovute per esempio a deficienze enzimatiche, che possono mettere anche a rischio di sopravvivenza il soggetto (per esempio, fenilchetonuria, galattosemia, tirosinemia, leucinosi, istidinemia ecc.) e sono tutte geneticamente determinate. L'insorgenza dei sintomi di queste intolleranze è spesso ritardata, manifestandosi quando si raggiunge un sufficiente accumulo di prodotti anomali tossici del metabolismo ed è dose-dipendente.

Le **allergie** (vedi Capitolo 9) possono essere anch'esse dovute a fattori genetici, che di solito costituiscono una predisposizione, ma è necessario un contatto fra la sostanza allergogena (di solito una proteina) e un comparto cellulare immunocompetente (mucosa intestinale, respiratoria, pelle ecc.), cui segue una fase di sensibilizzazione con l'elaborazione degli anticorpi specifici, in genere immunoglobuline di classe E (IgE). Un successivo contatto sarà in grado di scatenare la reazione allergica vera e propria, che comporta la degranolazione dei mastociti, la corrispondente produzione massiva di istamina, una crisi ipotensiva improvvisa e lo shock anafilattico, fino al collasso cardiocircolatorio nei casi più gravi.

La reazione allergica è in genere immediata e non è dose-dipendente. Per fortuna il soggetto sensibile può, con opportuni test allergologici, conoscere la propria situazione in maniera da potere adattare la propria dieta ed evitare di entrare in contatto con gli allergeni laddove sono presenti in modo evidente o nascosti sotto forma di ingredienti minoritari. L'allergia prevede che durante il primo contatto si verifichi l'interazione fra una particolare sequenza proteica, il cosiddetto determinante antigenico o epitopo sequenziale, o anche solo fra due amminoacidi spazialmente vicini (determinante antigenico o epitopo conformazionale) e l'anticorpo; questo contatto si trasforma spesso in un vero e proprio legame. All'origine dei fenomeni allergici sopra descritti, pertanto, vi è la formazione di un complesso antigene-anticorpo, in taluni casi valutabile anche dal punto di vista analitico.

Un'ulteriore differenza che permette di distinguere fra le allergie e le intolleranze è data dal fatto

che le prime, più frequenti nei primi mesi di vita, possono rimanere silenti per lunghi periodi vitali per poi ricomparire repentinamente nel caso di esposizione all'allergene, mentre le intolleranze sono presenti dalla nascita e permangono per tutta la vita.

Sia nel caso di allergie sia di intolleranze, l'unico sistema per evitare reazioni avverse è l'abolizione totale dalla dieta degli alimenti che le provocano. Nel Regolamento 1169/2011 è contenuto un elenco dettagliato di vari alimenti che possono dare allergie o intolleranze, con l'obbligo per il produttore di segnalare in modo chiaro ed evidente nell'etichetta anche solo la presenza in tracce degli stessi nell'alimento considerato (vedi Capitolo 2). Comuni alimenti allergogeni sono il latte e derivati, le uova, i crostacei, i pesci in genere, la frutta secca a guscio, vari tipi di frutta della famiglia delle rosacee (per esempio, le fragole), la soia e altri legumi.

4. Carboidrati

I carboidrati biodisponibili e gli alimenti che li contengono (vedi Capitoli 10 e 11) costituiscono una fonte energetica di elezione e per alcuni organi, come nel caso del sistema nervoso centrale, si può dire che sono praticamente l'unica forma di approvvigionamento energetico. I carboidrati sono presenti negli alimenti in varie forme, fra cui quella macromolecolare (polimeri ad alto peso molecolare), ossia amidi e miscele di glucani nelle seguenti forme:

- **amilosio**, una miscela di glucani formata da unità glucosidiche unite con legami $\alpha(1\rightarrow4)$ e che originano una catena lineare;
- **amilopectina**, una miscela di glucani formata da unità glucosidiche unite con legami $\alpha(1\rightarrow4)$ e $\alpha(1\rightarrow6)$ e quindi con la possibilità di avere delle catene ramificate.

Il nostro organismo possiede un patrimonio enzimatico molto efficiente per metabolizzare e usare queste strutture, a condizione che sia avvenuta la fase di gelatinizzazione, che si ottiene mediante un trattamento termico controllato in presenza di acqua. In seguito a questo processo, si verifica un cambio conformazionale nella catena polisaccaridica che rende più accessibili i siti di attacco enzimatici, permettendo un'idrolisi massiva e rendendo possibile il successivo passaggio idrolitico da parte di altri enzimi, le disaccaridasi, che hanno come substrato i disaccaridi, e che sono localizzati nelle cellule dell'orletto a spazzola della mucosa dell'intestino

PER APPROFONDIRE/2 Il glutine e la celiachia

Un caso particolare di alimenti proteici in grado di scatenare una seria reazione avversa in una rilevante percentuale della popolazione, i **celiaci**, è fornito dai prodotti contenenti glutine, ossia un complesso proteico formato, in presenza di acqua, da due classi di proteine contenute in vari cereali: **gliadine** (prolammine) e **glutenine**. Le manifestazioni patologiche della **celiachia** sono diverse e apparentemente senza legame fra di loro, di cui le più note sono:

- manifestazioni gastrointestinali accompagnate da gravi carenze nutrizionali, ritardo nella crescita e la tipica “mucosa intestinale piatta”;
- una forma “atipica”, caratterizzata da dermatiti, alopecia, problemi dentari, osteoporosi;
- forme “silenti” o “latenti” che si manifestano in età adulta o tarda età, addirittura a volte non compaiono mai.

I tratti comuni di queste forme patologiche hanno caratteristiche di pertinenza sia di una classificazione nel campo delle intolleranze sia di quello delle allergie. In particolare si osservano le seguenti caratteristiche:

- familiarità e presenza di fattori genetici in tutte le forme patologiche;
- il fattore originante è sempre e solo il glutine alimentare, ma non sempre è quello scatenante la sintomatologia patologica, in quanto a volte interviene un’infezione virale;
- la quantità di glutine “scatenante” è estremamente variabile, da pochi milligrammi a decine di grammi;
- la reazione avversa può manifestarsi anche a distanza di mesi dopo ingestione continua di alimenti contenenti glutine;
- presenza di specifici anticorpi denominati antigliadina, antipeptidi gliadinici, antiendomio e anti-transglutaminasi, ma senza produzione di immunoglobuline IgE;
- presenza di particolari sequenze peptidiche di idrolisi delle gliadine, anch’esse tossiche o quanto meno immunopatogenetiche;

tenue. Il passaggio nella mucosa intestinale del tenue è consentita solo ai monosaccaridi – in questo caso il glucosio – che possono essere così trasportati all’interno della mucosa del tenue ed entrare nel torrente sanguigno. L’intervento dell’ormone insulina, attivato proprio dall’aumento della glicemia, permette la captazione del glucosio da parte delle cellule e l’utilizzo del glucosio stesso attraverso la via glicolitica, con produzione di energia sotto forma di molecole di ATP.

Il fruttosio, zucchero monosaccaridico presente nella frutta, può essere isomerizzato a glucosio, oppure può subire la prima fase glicolitica a livel-

- correlazioni con altre patologie apparentemente distanti, tra cui diabete tipo 1 e problemi neurologici;
- normalizzazione delle condizioni fisiopatologiche del paziente celiaco per astensione rigorosa (ma dopo mesi) dal glutine.

La dieta cosiddetta “aglutinata” può essere fatta sia scegliendo opportunamente gli alimenti, sia facendo uso di prodotti cerealicoli senza glutine, contrassegnati dal simbolo internazionale della “spiga sbarrata”.



I prodotti senza glutine sono oggi divenuti, salvo eccezioni, degli “alimenti di uso corrente” e non più alimenti dietetici, e sono disponibili in molti punti vendita anche della grande distribuzione. Questa disponibilità, il passaparola e la rete hanno stimolato numerosi consumatori ad adottare una dieta senza glutine pur non essendo affetti da celiachia. Questa scelta è da considerarsi un errore grossolano e controproducente, oltre che costoso, sia perché l’apparato digerente si “adatta” in maniera negativa, sia perché l’impiego di questi prodotti molto digeribili, spesso più ricchi di grassi, stimola di frequente un ulteriore consumo e induce l’insorgenza di condizioni corporee alterate, come un aumento di peso o lo sviluppo del diabete di tipo 2.

Il problema del consumo di alimenti aglutinati anche per chi non è celiaco può derivare dalla loro “facile digeribilità” e dalla maggiore presenza di additivi, grassi anche di scarsa qualità che servono per “surrrogare” le funzioni del glutine e che, per chi non ha problemi di morbo celiaco, espongono solamente a un maggiore carico di sostanze e ingredienti inutili, se non addirittura deleteri per la salute. L’unico vantaggio potrebbe derivare da una maggiore digeribilità, perché le proteine del glutine sono ricche di prolina e il patrimonio enzimatico umano non è molto fornito di prolil-endopeptidasi.

Per la legislazione in merito all’etichettatura dei prodotti destinati ai celiaci vedi il Capitolo 1.

lo epatico, generando dei derivati fosforilati della glicerina (3-fosfogliceraldeide) e dell’acetone (diidrossiaceton fosfato) che rientrano nella via glicolitica normale, sostanzialmente senza bisogno di attivare i recettori di membrana attraverso l’insulina. Un eccesso di assunzione continuativa di fruttosio può però provocare aumento di acido urico.

Tra i disaccaridi più comuni figurano il saccarosio e il lattosio, entrambi idrolizzati nei monosaccaridi costituenti da specifiche disaccaridasi presenti sull’orletto a spazzola delle cellule dell’intestino tenue. La carenza di questi enzimi, sia per motivi genetici (come nel caso molto diffuso della latta-