

Indice

1	Composizione e struttura delle proteine ...	1	2.5	Trasporto di soluti e modulazione nei sistemi biologici: mioglobina ed emoglobina	44
1.1	Aminoacidi	2	.1	Funzione dell'emoglobina e della mioglobina	44
.1	Chiralità	5	.2	Legame ossigeno-globine	47
.2	Proprietà acido-base	7	.3	Trasporto di anidride carbonica ed effetto Bohr	48
.3	Punto isoelettrico	7	.4	Allosteria nell'emoglobina e regolazione da parte del BPG ...	49
.4	Classificazione degli aminoacidi ..	9	.5	Relazione tra struttura e funzione dei trasportatori di ossigeno	50
.5	Reazioni degli aminoacidi	10	.6	Emoglobine patologiche	52
1.2	Legame peptidico: polipeptidi e proteine	12	.7	Anemia falciforme	53
1.3	Struttura proteica	16	2.6	Proteine allosteriche	54
.1	Struttura primaria	16		Concetti chiave	56
.2	Struttura secondaria	16		Lecture consigliate	57
.3	Struttura terziaria	21	3	Tecniche di studio delle proteine	59
.4	Struttura quaternaria	22	3.1	Isolamento ed espressione delle proteine in forma ricombinante ..	60
1.4	Stabilità proteica	23	3.2	Stabilizzazione e solubilità delle proteine	61
.1	Forze idrofobiche	23	3.3	Purificazione	63
.2	Ponti salini	24	3.4	Tecniche cromatografiche	64
.3	Legame idrogeno	25	.1	Cromatografia per affinità	65
.4	Ponti disolfuro	25	.2	Cromatografia a scambio ionico ..	67
1.5	Folding proteico	26	.3	Cromatografia a esclusione molecolare	68
1.6	Flessibilità e dinamica delle proteine.....	28	3.5	Elettroforesi	70
	Concetti chiave	29	.1	Gel elettroforesi SDS-PAGE	72
	Lecture consigliate	30	.2	Tecnica di immunoblotting	73
2	Relazione tra struttura e funzione delle proteine	31	.3	Focalizzazione isoelettrica	74
2.1	Proteine globulari	32	.4	Elettroforesi bidimensionale	74
2.2	Proteine fibrose	34	3.6	Spettrofotometria UV-visibile	75
.1	α -Cheratina	34	3.7	Dicroismo circolare	76
.2	Collagene	36	3.8	Studio del legame a ligandi	78
2.3	Coenzimi: ioni, cofattori, gruppi prostetici	38			
.1	Ioni	39			
.2	Cofattori	40			
.3	Gruppi prostetici	41			
2.4	Legame reversibile alle biomolecole: affinità e specificità del legame	42			

.1	Dialisi all'equilibrio: legame di molecole marcate	79	Concetti chiave	120
.2	Spettroscopia di fluorescenza	79	Lecture consigliate	122
.3	Titolazione calorimetrica isoterma	81		
3.9	Struttura terziaria	81		
.1	Risonanza magnetica nucleare ...	82		
.2	Cristallografia a raggi X	84		
	Concetti chiave	87		
	Lecture consigliate	88		
4	Struttura e funzione degli acidi nucleici ...	89	5	Funzione e regolazione degli enzimi
4.1	Nucleotidi, nucleosidi e nucleobasi	90	5.1	Enzimi come catalizzatori delle reazioni chimiche dei sistemi biologici
.1	Proprietà delle basi azotate	91		124
.2	Legame β - <i>N</i> -glicosidico	93	.1	Trasformazione di energia da parte degli enzimi
.3	Conformazione del pentosio	93	.2	Classificazione degli enzimi
.4	Legami fosfoestereo e fosfoanidridico nei nucleotidi ...	94	.3	Cofattori
.5	Acidità dei nucleotidi	94	5.2	Variazione dell'energia libera di Gibbs e spontaneità delle reazioni biochimiche
4.2	Oligonucleotidi	94		131
.1	Legame fosfodiesterico	95	5.3	Velocità di reazione ed energia libera di attivazione
.2	Proprietà degli oligonucleotidi ...	96		135
4.3	Acidi nucleici: DNA	96	5.4	Caratteristiche del sito attivo degli enzimi
.1	Struttura del DNA	97		138
.2	Modello di Watson e Crick (B-DNA): la doppia elica	98	5.5	Proprietà cinetiche degli enzimi
.3	Forma A del DNA	100	.1	Cinetica delle reazioni
.4	Forma Z del DNA	101	.2	Cinetica enzimatica ed equazione di Michaelis-Menten
.5	Struttura terziaria del DNA	101	.3	Significato della costante di Michaelis-Menten
4.4	Stabilità degli acidi nucleici	102	.4	Numero di turnover, velocità massima ed efficienza catalitica
.1	Separazione reversibile dei filamenti di DNA	103	.5	Analisi dei parametri cinetici con il grafico di Lineweaver-Burk
.2	Legami idrogeno tra le basi azotate	104	.6	Equazione di Michaelis-Menten ed enzimi allosterici
.3	Conformazione dello scheletro ribosio fosfato	104	.7	Molte reazioni dei sistemi biologici coinvolgono più di un substrato
.4	Impilamento delle nucleobasi	105	5.6	Meccanismi di inibizione enzimatica
4.5	Tipologie e struttura dell'RNA	106	.1	Inibizione irreversibile
.1	RNA messaggero	106	.2	Inibizione reversibile
.2	RNA di trasporto	107	5.7	Strategie catalitiche
.3	Ribozimi	109	.1	Anidrasi carbonica
.4	Ibridi DNA-RNA	110	.2	Chimotripsina: una serina proteasi che utilizza una triade catalitica
4.6	Ribosoma	110	.3	Inibitori delle proteasi
4.7	Sintesi in vivo del DNA e dell'RNA	112	5.8	Regolazione dell'attività enzimatica ...
.1	Replicazione semiconservativa del DNA e sua trascrizione nell'RNA	113	.1	Controllo allosterico
.2	DNA polimerasi	113	.2	Regolazione con modificazione covalente dell'enzima
.3	RNA polimerasi	114	.3	Regolazione da parte di proteine di controllo
4.8	Sequenziamento del DNA	115	.4	Attivazione proteolitica
.1	Sequenziamento chimico	116		171
.2	Sequenziamento enzimatico	118	Concetti chiave	173
			Lecture consigliate	174

6 Carboidrati	175	8 Funzioni delle membrane cellulari	239
6.1 Monosaccaridi	176	8.1 Modalità di trasporto	
.1 Conformazioni dei monosaccaridi	180	attraverso la membrana	240
.2 Modificazioni dei monosaccaridi		8.2 Meccanismi di trasporto passivo	242
e legami glicosidici	183	8.3 Canali ionici	243
6.2 Oligosaccaridi e polisaccaridi	187	.1 Canali controllati dal ligando:	
6.3 Glicoproteine:		recettore per l'acetilcolina	244
oligosaccaridi o polisaccaridi		.2 Canali controllati dal voltaggio ..	248
legati alla catena polipeptidica	192	8.4 Acquaporine	251
.1 <i>N</i> -glicosilazione e <i>O</i> -glicosilazione	192	8.5 Caratteristiche ricorrenti dei canali ...	253
.2 Glicosaminoglicani, proteoglicani		8.6 Giunzioni comunicanti	253
e peptidoglicani	197	8.7 Proteine di trasporto	254
.3 Lectine	200	8.8 Meccanismi	
6.4 Cenni sui metodi di analisi		di trasporto attivo primario	258
dei carboidrati	201	.1 Pompe ioniche	259
Concetti chiave	202	.2 Digitossigenina: steroide	
Lecture consigliate	204	cardiotonico che inibisce	
7 Struttura delle membrane cellulari	205	la sodio/potassio-ATPasi	263
7.1 Diverse tipologie		8.9 Trasporto mediato	
di membrane biologiche	206	da trasportatori ABC.....	264
.1 Struttura		8.10 Considerazioni conclusive	266
delle membrane biologiche	209	Concetti chiave	268
7.2 Lipidi di membrana	210	Lecture consigliate	270
.1 Acidi grassi:		9 Meccanismi di trasduzione del segnale	271
componenti importanti		9.1 Fasi della trasduzione del segnale	272
dei lipidi di membrana	210	.1 Primi messaggeri	273
.2 Fosfolipidi	212	.2 Secondi messaggeri	274
.3 Glicolipidi	216	.3 Modalità	
.4 Colesterolo	217	di trasduzione del segnale	274
.5 Formazione dei doppi strati		9.2 Recettori a sette eliche	
lipidici e loro proprietà	217	transmembrana	275
7.3 Proteine delle membrane cellulari	220	.1 Via di trasduzione del segnale	
.1 Proteine integrali di membrana ...	220	innescata dall'adrenalina	275
.2 Proteine ancorate alla membrana		.2 Via del fosfatidilinositolo	
tramite lipidi	225	4,5-difosfato	283
.3 Proteine periferiche		9.3 Ione calcio: secondo messaggero	
di membrana	226	che regola numerosi	
7.4 Proprietà delle membrane biologiche ...	227	processi cellulari	289
.1 Fluidità		9.4 Ossido nitrico: secondo messaggero	
delle membrane biologiche	227	a vita breve	292
.2 Fattori che influenzano		9.5 Recettori tirosinchinasici	292
la fluidità delle membrane	230	.1 Trasduzione del segnale	
.3 Asimmetria		dipendente dal recettore	
delle membrane biologiche	232	dell'insulina	293
.4 Ricostituzione		.2 Trasduzione del segnale dipendente	
di una membrana a partire		dal recettore del fattore di crescita	
da componenti purificati	234	dell'epidermide	295
.5 Membrana plasmatica		9.6 Piccole GTPasi:	
degli eritrociti: un modello		interruttori molecolari	
di membrana ben caratterizzato ...	234	per numerosi processi cellulari	296
Concetti chiave	236	Concetti chiave	300
Lecture consigliate	237	Lecture consigliate	302

10 Proteine intrinsecamente disordinate	303	11 Introduzione al metabolismo	345
10.1 Non tutte le proteine hanno una struttura definita e stabile	304	11.1 Il metabolismo nel suo insieme	346
.1 Proteine e regioni proteiche intrinsecamente disordinate	305	.1 Trasformazione dell'energia: accoppiamento tra reazioni endoergoniche ed esoergoniche ...	350
.2 Le proteine intrinsecamente disordinate sono abbondanti negli eucarioti	305	.2 Composti fosforilati e tioesteri ad alta energia	352
10.2 Metodi di studio	307	.3 I gradienti immagazzinano energia potenziale	357
.1 Cristallografia a raggi X	307	.4 Reazioni di ossidoriduzione	358
.2 Risonanza magnetica nucleare	307	.5 Digestione e assorbimento delle molecole contenute negli alimenti	360
.3 Dicroismo circolare	308	.6 Valore calorico degli alimenti	366
.4 Digestione con proteasi	309	11.2 Vitamine	367
.5 Strumenti computazionali	311	.1 Vitamine idrosolubili	367
10.3 Caratteristiche strutturali	312	.2 Vitamine liposolubili	372
.1 Caratteristiche della sequenza primaria e flessibilità strutturale ...	313	11.3 Regolazione del metabolismo	375
.2 Influenza dell'ambiente	319	.1 Compartimentazione cellulare	375
.3 Ligandi naturali	320	.2 Regolazione a breve e a lungo termine degli enzimi segnapasso	376
10.4 Il disordine intrinseco è importante per l'assemblaggio di complessi proteici	320	Concetti chiave	378
.1 Organizzazione di complessi multiproteici	321	Lecture consigliate	380
.2 Macchine stocastiche	322	12 Metabolismo del glucosio	381
.3 Stabilizzazione dovuta all'interazione con altre molecole	322	12.1 Glicolisi: via metabolica fondamentale per la produzione di energia	382
10.5 Funzioni delle proteine intrinsecamente disordinate	323	12.2 Meccanismi di ingresso del glucosio e di altri zuccheri nella cellula	383
.1 Vantaggi funzionali del disordine	324	12.3 Glicolisi: produzione di energia dall'ossidazione di glucosio a piruvato	385
.2 Disordine proteico e regolazione allosterica	326	.1 Primo stadio: il glucosio intrappolato nella cellula	385
.3 Caseina	328	.2 Secondo stadio: funzione dell'aldolasi	387
.4 Assemblaggio dei filamenti intermedi	329	.3 Terzo stadio: produzione di ATP e NADH	387
.5 Maturazione della tripsina dal tripsinogeno	330	.4 Bilancio globale della glicolisi	389
.6 Meccanismo a "palla e catena" per la regolazione dei canali	331	12.4 Trasformazioni del piruvato	390
.7 Calcineurina	331	12.5 Lavoro del muscolo in condizioni anaerobiche	390
.8 Integrazione di segnali da parte delle proteine regolatorie	331	12.6 Accumulo di NADH dovuto all'eliminazione di etanolo	391
10.6 Interazioni delle proteine intrinsecamente disordinate con gli acidi nucleici	332	12.7 Conversione di galattosio e di fruttosio in intermedi della glicolisi	392
.1 Ribosoma	332	12.8 Regolazione della glicolisi	395
10.7 Disordine proteico e patologie	334	.1 Fosfofruttochinasi attivata dal fruttosio 2,6-difosfato nel fegato	396
10.8 Strutture sopramolecolari e organelli privi di membrana	338		
Concetti chiave	342		
Lecture consigliate	344		

.2	Regolazione della piruvato chinasi nel fegato e nel muscolo ...	398	14.6	Corpi chetonici	449
12.9	Gluconeogenesi	399	14.7	Alterazioni patologiche del ciclo dell'acido citrico	452
.1	Reazioni catalizzate da enzimi diversi da quelli glicolitici	399	.1	Modificazioni del ciclo dell'acido citrico nelle cellule tumorali	452
.2	Trasformazione del piruvato in glucosio con l'utilizzo di ATP, GTP e NADH	403		Concetti chiave	455
.3	Precursori non saccaridici per la sintesi di glucosio	403		Lecture consigliate	457
12.10	Regolazione coordinata tra gluconeogenesi e glicolisi	405	15	Fosforilazione ossidativa	459
	Concetti chiave	408	15.1	Mitocondri: sede della fosforilazione ossidativa	460
	Lecture consigliate	410	15.2	Fosforilazione ossidativa: trasporto di elettroni e produzione di ATP	461
13	Via dei pentoso fosfati	411	15.3	Struttura e funzione della catena respiratoria	462
13.1	Via dei pentoso fosfati: reazioni principali	413	.1	Potenziale di ossidoriduzione	462
.1	Fase ossidativa	413	.2	Catena respiratoria	465
.2	Fase non ossidativa	415	.3	Complesso I: NADH-Q reductasi	465
13.2	Via dei pentoso fosfati: bilancio	418	.4	Complesso II: succinato deidrogenasi	467
13.3	Via dei pentoso fosfati: zuccheri particolari	421	.5	Complesso III: citocromo c reductasi	468
13.4	Funzioni del NADPH	422	.6	Complesso IV: citocromo c ossidasi	470
.1	Biosintesi riduttive	422	.7	Inibitori della catena respiratoria ..	472
.2	Protezione contro stress ossidativi	422	.8	Eliminazione dei derivati tossici dell'ossigeno	473
.3	Biosintesi protettive	424	15.4	Complesso V: ATP sintasi	474
.4	NADPH e sistema immunitario ...	424	15.5	Prove sperimentali a sostegno dell'ipotesi chemiosmotica	480
.5	Ossido nitrico	426	15.6	Meccanismi di trasporto degli elettroni del NADH dal citosol ai mitocondri	481
13.5	Via dei pentoso fosfati: patologie correlate	426	.1	Sistema navetta del glicerolo 3-fosfato	482
	Concetti chiave	428	.2	Sistema navetta del malato-aspartato	483
	Lecture consigliate	428	15.7	Resa energetica della fosforilazione ossidativa	484
14	Ciclo dell'acido citrico	429	15.8	ADP-ATP traslocasi	485
14.1	Panoramica del ciclo dell'acido citrico	430	15.9	Regolazione della respirazione cellulare	486
14.2	Complesso della piruvato deidrogenasi: catalisi della decarbossilazione ossidativa del piruvato	431	15.10	Termogenina e termoregolazione	487
.1	Regolazione del complesso della piruvato deidrogenasi	436		Concetti chiave	489
14.3	Ciclo dell'acido citrico: ossidazione di acetilCoA a CO ₂	437		Lecture consigliate	491
.1	Reazione complessiva del ciclo dell'acido citrico	442	16	Fotosintesi	493
.2	Regolazione del ciclo dell'acido citrico	444	16.1	Gli organismi viventi utilizzano diverse forme di energia	494
14.4	Il ciclo dell'acido citrico rifornisce di precursori altre vie metaboliche	445	16.2	Fotosintesi	494
14.5	Ciclo del glicosilato	447			

16.3	Interazione luce-materia	496	18.3	Attivazione e trasporto degli acidi grassi nei mitocondri	558
.1	Natura della luce	496	18.4	Tappe della β -ossidazione degli acidi grassi	559
.2	Pigmenti e loro interazione con la luce	498	.1	Bilancio energetico della β -ossidazione	560
.3	Fotosistemi: cattura della luce e trasformazione dell'energia luminosa in energia chimica	507	.2	Ossidazione degli acidi grassi insaturi	560
.4	Ficobilisoma: sistema antenna dei cianobatteri	512	.3	Ossidazione degli acidi grassi a catena dispari	562
.5	Interfacciare la luce con il metabolismo cellulare	513	18.5	Altre vie di ossidazione degli acidi grassi	562
16.4	Fase luminosa della fotosintesi	514	18.6	Sintesi dei corpi chetonici	563
.1	Fotofosforilazione lineare: catena di trasporto degli elettroni dall'acqua a NADP^+	514	18.7	Biosintesi degli acidi grassi	564
16.5	Fotosintesi anossigenica nei batteri	521	.1	Fase preparatoria della biosintesi degli acidi grassi ..	565
16.6	Reazioni al buio: ciclo di Calvin-Benson-Bassham	522	.2	Fase iniziale della biosintesi degli acidi grassi ..	566
.1	Reazioni di carbossilazione	523	.3	Fase di trasferimento alla proteina trasportatrice di acili	567
.2	Reazioni di riduzione	525	.4	Fase di allungamento dell'acido grasso	567
.3	Reazioni di rigenerazione	525	18.8	Modifiche postbiosintetiche degli acidi grassi	568
16.7	Fotorespirazione	527	.1	Acidi grassi polinsaturi nell'uomo	570
16.8	I meccanismi di concentrazione della CO_2 migliorano l'efficienza fotosintetica	528	18.9	Regolazione della biosintesi degli acidi grassi	571
.1	Alghe e cianobatteri: pompe per $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$	528	Concetti chiave	572	
.2	Piante C_4	529	Lecture consigliate	573	
.3	Piante CAM	531			
Concetti chiave	533				
Lecture consigliate	534				
17	Metabolismo del glicogeno	535	19	Metabolismo degli aminoacidi	575
17.1	Struttura del glicogeno	536	19.1	Turnover proteico	576
17.2	Degradazione del glicogeno	537	.1	Degradazione lisosomiale	576
.1	Regolazione della glicogeno fosforilasi	540	.2	Sistema ubiquitina-proteasoma ...	577
17.3	Sintesi del glicogeno	543	19.2	Digestione delle proteine della dieta ..	580
.1	Regolazione della glicogeno sintasi	546	19.3	Deaminazione degli aminoacidi	581
17.4	La sintesi e la degradazione del glicogeno sono regolate in modo coordinato	547	.1	Transaminazione	582
17.5	Glicogenosi	549	.2	Deaminazione ossidativa	583
Concetti chiave	552		19.4	Trasporto dell'ammoniaca al fegato e al rene	584
Lecture consigliate	554		19.5	Ciclo dell'urea	587
			.1	Reazioni del ciclo dell'urea	588
			.2	Regolazione del ciclo dell'urea	589
			.3	Iperammoniemia	590
18	Metabolismo degli acidi grassi	555	19.6	Catabolismo degli scheletri carboniosi degli aminoacidi	591
18.1	Assorbimento, deposito e mobilizzazione dei lipidi	556	.1	Aminoacidi degradati a piruvato	591
.1	Lipoproteine: trasporto dei lipidi ..	556	.2	Aminoacidi degradati a ossalacetato	593
18.2	Mobilizzazione degli acidi grassi dai depositi metabolici	557	.3	Aminoacidi degradati ad α -chetoglutarato	593

.4	Aminoacidi degradati a succinilCoA	595	.1	Basi puriniche ossidate ad acido urico	628
.5	Aminoacidi degradati ad acetoacetato e/o ad acetilCoA ..	596	.2	Basi pirimidiniche ridotte ad acidi organici	629
.6	Aminoacidi degradati ad alanina e ad acetoacetato	598	20.9	Patologie connesse al metabolismo nucleotidico	629
.7	Aminoacidi degradati a fumarato e ad acetoacetato	598	.1	Influenza del metabolismo nucleotidico sulla risposta immunitaria	631
19.7	Biosintesi degli aminoacidi non essenziali	600	20.10	Cofattori e coenzimi nucleotidici	631
.1	Sintesi a partire da α -chetoacidi ...	600	.1	Cofattori contenenti nicotinamide	632
.2	Sintesi a partire da 3-fosfoglicerato	602	.2	Cofattori flavinici	632
19.8	Aminoacidi come precursori biosintetici	602	.3	Coenzima A	632
.1	Biosintesi dell'eme	602	Concetti chiave	636	
.2	Degradazione dell'eme	604	Lecture consigliate	637	
.3	Biosintesi delle amine biologicamente attive	606	21 Biosintesi dei componenti lipidici delle membrane biologiche e dei loro derivati	639	
Concetti chiave	608	21.1	Lipidi delle membrane biologiche	640	
Lecture consigliate	608	21.2	Sintesi dei lipidi di membrana	641	
20 Metabolismo dei nucleotidi	609	.1	Sintesi dei fosfogliceridi a partire dal fosfatidato, intermedio comune alla sintesi dei trigliceridi	641	
20.1	Assorbimento dei nucleotidi attraverso l'alimentazione	610	.2	Sintesi dei plasmalogeni	644
20.2	Biosintesi dei nucleotidi purinici	611	.3	Sintesi e catabolismo delle sfingomieline e dei glicolipidi	647
.1	Sintesi dell'inosina monofosfato ...	611	.4	Sintesi del colesterolo	651
.2	Da inosina monofosfato ad adenosina e guanosina monofosfato	615	.5	Sintesi di esteri del colesterolo	658
.3	Regolazione della biosintesi purinica	617	.6	Sintesi degli acidi biliari	659
20.3	Biosintesi dei nucleotidi pirimidinici ..	618	21.3	Trasferimento di lipidi da un monostrato all'altro delle membrane	661
.1	Sintesi dell'orotato	618	21.4	Trasporto intracellulare di lipidi di membrana	662
.2	Da orotato a uridina monofosfato	619	.1	Trasporto per vescicolazione	663
.3	Da uridina monofosfato a citidina trifosfato	620	.2	Trasferimento di lipidi mediante contatto diretto tra le membrane di compartimenti diversi	666
.4	Regolazione della biosintesi pirimidinica	621	.3	Goccioline lipidiche	668
20.4	Nucleotidi di- e trifosfati derivati da fosforilazioni successive dei composti monofosfati	621	21.5	Ruolo ormonale o di secondo messaggero di alcuni derivati dei lipidi di membrana	669
20.5	Sintesi dei desossiribonucleotidi	622	.1	Sintesi degli ormoni steroidei	669
.1	Regolazione dell'enzima ribonucleotide reductasi	623	.2	Secondi messaggeri provenienti da fosfolipidi e sfingomieline	673
20.6	Sintesi della timina	624	21.6	Lipidi di membrana e ciclo cellulare	678
.1	Timidilato sintetasi e diidrofolato reductasi: bersagli della terapia mirata dei tumori	625			
20.7	Riciclo dei nucleotidi	626			
20.8	Catabolismo delle basi azotate	627			

21.7	Grassi alimentari e biochimica delle membrane biologiche	678	.1	Fegato	702
	Concetti chiave	681	.2	Muscolo scheletrico	703
	Lecture consigliate	683	.3	Tessuto adiposo	705
22	Integrazione tra le diverse vie metaboliche	685	.4	Cervello	706
22.1	Regolazione delle diverse vie metaboliche.....	686	22.7	Adattamenti metabolici	706
22.2	Metabolismo dei glucidi	690	.1	Stato di post-assorbimento o di alimentazione adeguata	706
22.3	Metabolismo dei lipidi	694	.2	Stato iniziale di digiuno	708
22.4	Metabolismo degli aminoacidi	697	.3	Stato di digiuno prolungato e diabete	709
22.5	Nodi metabolici importanti	700		Concetti chiave	711
22.6	Differenze tra organi e integrazione del metabolismo	701		Lecture consigliate	713
			Indice analitico		715