

Florian Horn • Gerd Lindenmeier
Christian Grillhösl • Isabelle Moc • Silke Berghold
Nadine Schneider • Birgit Münster

BIOCHIMIE HUMAINE



Médecine-Sciences
Flammarion

Florian Horn • Gerd Lindenmeier
Christian Grillhösl • Isabelle Moc • Silke Berghold
Nadine Schneider • Birgit Münster

BIOCHIMIE HUMAINE

Ce livre réussit à rendre parfaitement accessibles, de façon ludique, des notions théoriques de biochimie généralement arides. La rédaction est toujours claire, les schémas souvent humoristiques, toujours compréhensibles, les illustrations, en quatre couleurs, nombreuses, répondant ainsi parfaitement aux besoins des étudiants, tels que les a perçus l'auteur, enseignant la biochimie depuis de nombreuses années.

Ce livre, très didactique, est aussi très complet et exhaustif, traitant non seulement de la biochimie fondamentale, mais aussi de ses applications médicales : l'auteur expose successivement les glucides, les lipides, les protides, les enzymes, les métabolismes glucidique, lipidique, protidique, la production d'ATP ; la génétique moléculaire fait d'objet de 6 chapitres détaillés ; puis sont abordés les communications intercellulaires, les hormones, l'eau et les électrolytes, la croissance, la reproduction, les cytokines, les médiateurs, les neuromédiateurs. La dernière partie est spécifiquement consacrée à la biochimie des organes : le foie, les reins, les muscles, le système immunitaire, le sang, etc.

Il s'agit au total d'un livre indispensable pour apprendre la biochimie, pour préparer, réviser, réussir l'examen de biochimie ; c'est aussi un support de cours unique pour l'enseignant.

L'auteur, Florian Horn, enseigne la biochimie à Munich depuis de nombreuses années. L'ouvrage a été traduit en français par le professeur Michel Sternberg, médecin biologiste et professeur de biochimie à l'université Paris V.

Ce livre s'adresse à un large public : tous les étudiants en médecine, pharmacie, sciences, dentaire ; les enseignants de biochimie, ainsi que les praticiens soucieux d'actualiser leurs connaissances dans cette discipline.

Illustration Thierry Béghin © Éditions Flammarion
d'après une photo de Manchan © GettyImages.

Studio de création Flammarion

FM 1764-05-IV



9 782257 117649

Médecine-Sciences
Flammarion

Table des matières

Cellule et chimie

Introduction	2	2.4 Les isoméries : en toute sérénité	19
1 La cellule, une petite organisation domestique	2	Isomérie de constitution	19
1.1 La membrane cellulaire et son contenu	2	Stereo-isomérie	19
1.2 Les organelles cellulaires : les différents compartiments de la cellule	2	2.5 La mésomérie : ne pas se fier à l'apparence	22
Noyau, le « je sais tout » de la cellule	3	3. Les glucides ou hydrates de carbone	23
Mitochondries, usines de la cellule	3	3.1 Définitions	23
Ribosomes, ateliers de production des protéines	3	3.2 Osés ou monosaccharides	24
Réticulum endoplasmique, première gare d'exportation	4	Les hexoses, sucres à 6 carbones	24
Appareil de Golgi, deuxième gare d'exportation	4	Les pentoses, sucres à 5 carbones	27
Lysosomes, les éboueurs	5	Réactions des monosaccharides	27
Peroxisomes, dispensaires de détoxification	5	Méthode de dosage	28
1.3 Le cytosquelette, soutien et motilité	5	3.3 Les diholosides ou disaccharides	29
1.4 Transport des substances vers l'intérieur et l'extérieur de la cellule	6	Maltose et isomaltose, sucres du malt	30
1.5 Les contacts cellulaires : comment l'être humain maintient sa cohésion ...	7	Lactose, sucre du lait	30
1.6 La matrice extracellulaire : qu'y a-t-il entre les cellules ?	7	Saccharose, sucre de canne et sucre de betterave	31
2. Chimie générale	8	3.4 Oligosaccharides	31
2.1 Liaison chimique	8	3.5 Polysaccharides	31
Règle de l'octet	8	Homoglycannes ou homopolysaccharides	31
Électron libre et doublet électronique plus ou moins libre	10	Hétéroglycannes ou hétéropolysaccharides	32
Électronégativité	10	4 Lipides	34
Liaisons fortes, valences principales	11	4.1 Définitions	34
Liaisons faibles, valences secondaires	12	Rôle des lipides	35
2.2 Les groupes fonctionnels et leurs réactions	13	Classification des lipides	35
Principaux groupements fonctionnels oxygénés	13	4.2 Acides gras	35
Principaux groupements fonctionnels soufrés	16	Saturés ou insaturés	36
Principaux groupements fonctionnels azotés	16	Essentiels ou non essentiels	37
2.3 Réactions chimiques d'une cellule humaine	17	Pairs ou impairs	37
Les cinq types de réactions de base	17	Nomenclature	37
Rôle des réactions acide-base	18	4.3 Glycérides	38
		Triglycérides ou triacylglycérides (TAG), graisses classiques	38
		Glycérophospholipides, lipides membranaires	38
		4.4 Sphingolipides, lipides membranaires pour les nerfs	39
		Sphingophosphatides	40
		Glycolipides	40
		4.5 Isoprénoides : la diversité lipidique	41
		Terpènes	41
		Steréoides	42
		5 Acides aminés et protéines	44
		5.1 Acides aminés	44
		Les vingt acides aminés protéinogènes	44
		Acides aminés non protéinogènes	47
		Propriétés des acides aminés	47
		Réactions des acides aminés	49

5.2 Peptides et protéines	50	De l'assiette à la cellule	78
Liaison peptidique	50	Métabolisme des glucides dans l'organisme	81
Synthèse et dégradation des protéines	51	Mécanismes fondamentaux de régulation	82
Nomenclature des peptides	51	2.2 Glycolyse	83
Structure spatiale des protéines	52	Phase préparatoire : du glucose	
Dénaturation et précipitation	54	au 3-phospho-glyceraldéhyde	
Séparation des protéines : électrophorèse	55	(ou glyceraldéhyde-3-phosphate)	84
Fonction des protéines dans l'organisme	55	Phase de production d'énergie :	
Les prions, des protéines très particulières	56	du 3-phospho-glyceraldéhyde au pyruvate	85
		Comment le NADH/H ⁺ atteint la chaîne	
		respiratoire	87
		Régulation de la glycolyse : question	
		de vitesse	89
Métabolisme		2.3 Destinée du pyruvate en aérobose	
1 Enzymes	60	et anaérobiose	92
1.1 Quelques notions introductives		Catabolisme aérobie – rôle de la pyruvate	
d'énergétique	60	déshydrogénase	93
Enthalpie et entropie	60	Catabolisme anaérobie par la lactate	
Quand une réaction se déroule-t-elle		déshydrogénase	97
librement ? L'énergie libre	61	Production d'énergie avec ou sans oxygène :	
1.2 Comment fonctionne un enzyme	62	aperçu général	99
Des petites réactions partielles au lieu		2.4 Voie des pentoses-phosphate :	
d'une grande, le secret d'un biocatalyseur	62	un concurrent pour la glycolyse ?	99
Accélération par diminution de l'énergie		Première phase : oxydative et irréversible	100
d'activation	63	Deuxième phase : réversible	
Les enzymes sont des protéines		et non oxydative	101
avec un centre actif	63	Rôle du NADPH/H ⁺	102
Vitesse et ordre d'une réaction	64	Rôle du ribose	102
1.3 Cinétique enzymatique	65	Régulation de la voie	
Théorie de Menten et Michaelis	65	des pentoses-phosphate	102
1.4 Régulation de l'activité enzymatique	67	Un déficit enzymatique entraînant	
Mécanismes de régulation	67	l'hémolyse	102
Isoenzymes	70	2.5 Métabolisme du glycogène	103
1.5 Conditions de fonctionnement		Organes stockant du glycogène	103
des enzymes	71	Structure du glycogène	104
Conditions optimales de travail	71	Biosynthèse du glycogène	104
Coenzymes et groupements prosthétiques	71	Catabolisme du glycogène	107
1.6 Classes d'enzymes	72	Régulation du métabolisme du glycogène	109
Classe I : oxydo-réductases	72	Déficit en glucose-6-phosphatase	110
Classe II : transférases	73	2.6 Néoglucogenèse	110
Classe III : hydrolases	73	Dans quels organes fonctionne	
Classe IV : synthases ou lyases	74	la néoglucogenèse	111
Classe V : isomérases	74	Contournement des trois réactions	
Classe VI : synthétases ou ligases	74	irréversibles de la glycolyse	112
Synthase-synthétase	75	Substrats de la néoglucogenèse	114
1.7 Les enzymes en clinique : diagnostic		La néoglucogenèse et ses trois	
et traitement	75	compartiments cellulaires	115
Diagnostic enzymatique	75	Bilan énergétique : que coûte un glucose	
Thérapeutique	76	néosynthétisé ?	116
2 Métabolisme des glucides	77	Régulation de la néoglucogenèse	117
2.1 Introduction	77	2.7 Métabolisme des autres oses	117
Aperçu sur les principaux glucides		Fructose	118
métabolisés	77	Galactose	119
Comment nos cellules peuvent-elles utiliser		Mannose	121
les glucides ?	77	Osamines	121

3 Métabolisme des lipides	123	Régulation du métabolisme des protéines et des acides aminés	164
3.1 Introduction	123	4.2 Métabolisme des protéines	164
Aperçu général des lipides métabolisés	123	Biosynthèse des protéines	165
Utilisation des lipides par les cellules	124	Dégradation des protéines	166
De l'assiette jusqu'aux cellules	126	4.3 Métabolisme des acides aminés	168
Lipides et maladies	127	Stratégie du métabolisme des acides aminés	168
Régulation du métabolisme des lipides	127	Vitamine B ₆	172
3.2 Catabolisme des acides gras	128	Rôle des différents organes	173
Activation des acides gras	128	Biosynthèse des acides aminés	176
Transport des acides gras dans la mitochondrie	129	Dégradation des acides aminés	179
La β -oxydation	130	Cycle de l'urée	183
Catabolisme des autres acides gras	132	Acides aminés donneurs de groupements fonctionnels	186
Régulation de la β -oxydation	133	Amines biogènes	187
Oxydation des acides gras dans les peroxysomes	134	5 Production de l'ATP	189
3.3 Biosynthèse des acides gras	134	5.1 Pour finir, qu'en est-il de l'acétyl-CoA ?	189
Biosynthèse de l'acide palmitique	134	Structure de l'acétyl-CoA	190
Biosynthèse des acides gras plus longs	140	Origines de l'acétyl-CoA	190
Biosynthèse des acides gras insaturés	140	Utilisations de l'acétyl-CoA	191
Régulation de la biosynthèse des acides gras	140	Acide pantothénique	192
3.4 Triglycérides	141	5.2 Cycle du citrate ou cycle de Krebs	193
Lipogenèse : biosynthèse des TAG	142	Rôles du cycle de Krebs	193
Lipolyse : catabolisme des TAG	143	Les réactions du cycle du citrate	193
Régulation du métabolisme des TAG	145	Fonctions anaboliques du cycle du citrate	196
3.5 Corps cétoniques	145	Réactions anaplerotiques : réapprovisionnement du cycle du citrate	198
Biosynthèse des corps cétoniques	145	Régulation du cycle du citrate	200
Dégradation des corps cétoniques	147	Bilan intermédiaire	201
Surabondance de corps cétoniques nuit	147	5.3 Coenzymes réduits : le NADH/H⁺ et ses auxiliaires	202
3.6 Cholestérol	148	NAD ⁺ et FAD, coenzymes des réactions du catabolisme	203
Biosynthèse du cholestérol	148	NADPH, coenzyme de l'anabolisme	206
Estérification du cholestérol	151	Trois autres coenzymes d'oxydoréduction	206
Transformation du cholestérol	152	Où sont formés les coenzymes réduits dans la cellule ?	206
Cholestérol et athérosclérose	153	5.4 Chaîne respiratoire	208
3.7 Quelques autres lipides	153	Principe de la chaîne respiratoire	208
Phospholipides	153	Chimie de la chaîne respiratoire	210
Glycolipides	157	Électrons, protons et hydrogène	213
3.8 Vitamine A	157	Fonctionnement de la chaîne respiratoire	213
Qu'est-ce que la vitamine A	157	Production d'ATP	218
Métabolisme de la vitamine A	158	Transports à travers la membrane mitochondriale	219
Effets directs du β -carotène	158	Régulation de la chaîne respiratoire	220
Acide rétinique et croissance cellulaire	159	Bilan de l'ensemble du catabolisme aérobie	221
Le rétinol : son rôle dans la vision	159	AMP et autres nucléotides	221
Carence ou excès en vitamine A	161	Découplants de la chaîne respiratoire	222
4 Métabolisme des protéines et des acides aminés	162	5.5 Propriétés de l'ATP	224
4.1 Introduction	162	Comment se présente l'ATP	224
Rôle des protéines et des acides aminés	162	Hydrolyse de l'ATP	225
De l'assiette jusqu'aux cellules	163		
Le métabolisme des acides aminés et l'organisme	163		
Protéines, acides aminés et pathologie	164		

5.2	Peptides et protéines	50		De l'assiette à la cellule	78
	Liaison peptidique	50		Métabolisme des glucides dans l'organisme	81
	Synthèse et dégradation des protéines	51		Mécanismes fondamentaux de régulation	82
	Nomenclature des peptides	51	2.2	Glycolyse	83
	Structure spatiale des protéines	52		Phase préparatoire : du glucose	
	Dénaturation et précipitation	54		au 3-phospho-glycéraldéhyde	
	Séparation des protéines : électrophorèse	55		(ou glycéraldéhyde-3-phosphate)	84
	Fonction des protéines dans l'organisme	55		Phase de production d'énergie :	
	Les prions, des protéines très particulières	56		du 3-phospho-glycéraldéhyde au pyruvate	85
				Comment le NADH/H ⁺ atteint la chaîne	
				respiratoire	87
				Régulation de la glycolyse : question	
				de vitesse	89
			2.3	Destinée du pyruvate en aérobiose	
				et anaérobiose	92
				Catabolisme aérobie – rôle de la pyruvate	
				déshydrogénase	93
				Catabolisme anaérobie par la lactate	
				déshydrogénase	97
				Production d'énergie avec ou sans oxygène :	
				aperçu général	99
			2.4	Voie des pentoses-phosphate :	
				un concurrent pour la glycolyse ?	99
				Première phase : oxydative et irréversible	100
				Deuxième phase : réversible	
				et non oxydative	101
				Rôle du NADPH/H ⁺	102
				Rôle du ribose	102
				Régulation de la voie	
				des pentoses-phosphate	102
				Un déficit enzymatique entraînant	
				l'hémolyse	102
			2.5	Métabolisme du glycogène	103
				Organes stockant du glycogène	103
				Structure du glycogène	104
				Biosynthèse du glycogène	104
				Catabolisme du glycogène	107
				Régulation du métabolisme du glycogène	109
				Déficit en glucose-6-phosphatase	110
			2.6	Néoglucogenèse	110
				Dans quels organes fonctionne	
				la néoglucogenèse	111
				Contournement des trois réactions	
				irréversibles de la glycolyse	112
				Substrats de la néoglucogenèse	114
				La néoglucogenèse et ses trois	
				compartiments cellulaires	115
				Bilan énergétique : que coûte un glucose	
				néosynthétisé ?	116
				Régulation de la néoglucogenèse	117
			2.7	Métabolisme des autres oses	117
				Fructose	118
				Galactose	119
				Mannose	121
				Osamines	121
1	Enzymes	60			
1.1	Quelques notions introductives				
	d'énergétique	60			
	Enthalpie et entropie	60			
	Quand une réaction se déroule-t-elle				
	librement ? L'énergie libre	61			
1.2	Comment fonctionne un enzyme	62			
	Des petites réactions partielles au lieu				
	d'une grande, le secret d'un biocatalyseur	62			
	Accélération par diminution de l'énergie				
	d'activation	63			
	Les enzymes sont des protéines				
	avec un centre actif	63			
	Vitesse et ordre d'une réaction	64			
1.3	Cinétique enzymatique	65			
	Théorie de Menten et Michaelis	65			
1.4	Régulation de l'activité enzymatique	67			
	Mécanismes de régulation	67			
	Isoenzymes	70			
1.5	Conditions de fonctionnement				
	des enzymes	71			
	Conditions optimales de travail	71			
	Coenzymes et groupements prosthétiques	71			
1.6	Classes d'enzymes	72			
	Classe I : oxydo-réductases	72			
	Classe II : transférases	73			
	Classe III : hydrolases	73			
	Classe IV : synthases ou lyases	74			
	Classe V : isomérases	74			
	Classe VI : synthétases ou ligases	74			
	Synthase-synthétase	75			
1.7	Les enzymes en clinique : diagnostic				
	et traitement	75			
	Diagnostic enzymatique	75			
	Thérapeutique	76			
2	Métabolisme des glucides	77			
2.1	Introduction	77			
	Aperçu sur les principaux glucides				
	métabolisés	77			
	Comment nos cellules peuvent-elles utiliser				
	les glucides ?	77			