

ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΑ

Τα μιτοχόνδρια είναι μικροί σχηματισμοί μέσα στο κυτταρόπλασμα του κυττάρου. Η μορφή και το μέγεθός τους δείχνουν εικόνα όμοια των βακτηρίων. Διαθέτουν μια τέλεια οργάνωση με διπλή εξωτερική μεμβράνη και στο εσωτερικό έχουν πολύπλοκους σχηματισμούς. Το μιτοχόνδριο λόγω της υψηλής δομικής οργάνωσης και της λειτουργικότητάς του θεωρείται και ένα τέλειο μικροσκοπικό εργαστήριο της Ζωής. Η άποψη αυτή ενισχύεται ακόμα περισσότερο από την ανακάλυψη ότι διαθέτουν ακόμα και DNA.

Μιτοχόνδρια υπάρχουν σε όλα τα κύτταρα με εξαίρεση τα αιμοσφαίρια. Τα μιτοχόνδρια είναι ίσως τα μοναδικά όργανα του κυττάρου που οι επιστήμονες πρώτα προέβλεψαν την ύπαρξή τους, και μετά πιστοποίησαν με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου την ύπαρξή του.

Ο αριθμός των μιτοχονδρίων μέσα στο κύτταρο είναι διαφορετικός. Υπάρχει μια αντιστοιχία μεταξύ ρόλων και λειτουργικότητας του κυττάρου και του αριθμού των μιτοχονδρίων. Όσο πιο λειτουργικό είναι ένα κύτταρο τόσο περισσότερα μιτοχόνδρια διαθέτει. Ένας συνηθισμένος αριθμός μιτοχονδρίων ενός κυττάρου είναι 1000/κύτταρο. Αυτά τα μιτοχόνδρια καλύπτουν μόνο το 25% του όγκου του κυττάρου. Αυτό δείχνει πόσο μικρό είναι ένα μιτοχόνδριο, και γιατί οι επιστήμονες περίμεναν το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο για να το δουν.

Όπως αναφέραμε ο αριθμός των μιτοχονδρίων ενός κυττάρου είναι συνδεδεμένος με τη λειτουργικότητά του. Πολλά μιτοχόνδρια συναντάμε στα μυϊκά, νευρικά και αισθητήρια κύτταρα. Τα μυϊκά κύτταρα όπως αναφέραμε δεν έχουν όλα τον ίδιο αριθμό μιτοχονδρίων. Πλούσια σε μιτοχόνδρια είναι τα κύτταρα του τύπου I. Εκτός απ'αυτό ο αριθμός των μιτοχονδρίων στον τύπο I κυττάρων διαφοροποιείται στο κάθε άτομο ανάλογα με την αθλητική του αγωγή.

ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΩΝ

Το μιτοχόνδριο όπως αναφέραμε περικλείεται από δύο μεμβράνες. Η εξωτερική είναι λεπτή και διαπερατή από όλες σχεδόν ουσίες του κυτταροπλάσματος. Αντίθετα η εσωτερική μεμβράνη είναι στεγανή και διαπερνιέται δύσκολα από τις ουσίες. Οι μόνες που περνούν εύκολα είναι H_2O , CO_2 και

O_2 . Όλες οι άλλες ουσίες που εισέρχονται ή εξέρχονται από την εσωτερική μεμβράνη έχουν ειδικούς για την κάθε ουσία μεταφορείς. Σαν παράδειγμα αναφέρουμε τη μεταφορά των λιπιδίων που γίνεται με ένα ειδικό μεταφορέα την καρνιτίνη.

Το μιτοχόνδριο το ονομάσαμε μικροσκοπικό εργαστήριο διότι μέσα του γίνονται σχεδόν όλες οι βιοχημικές αντιδράσεις που συντελούν στη διάσπαση των ουσιών και την απελευθέρωση ενέργειας. Η γλυκόζη π.χ. διασπάται μέχρι το γαλακτικό οξύ στο κυτταρόπλασμα. Η παραπέρα όμως διάσπαση της γλυκόζης ως και του ίδιου του γαλακτικού οξέος γίνεται μέσα στο μιτοχόνδριο. Μέσα επίσης στο μιτοχόνδριο γίνεται η διάσπαση των λιπαρών οξέων, και οι δύο ουσίες, υδατάνθρακες και λίπη, έχουν ένα κοινό μεταβολισμό μέσα στο μιτοχόνδριο, τον γνωστό κύκλο του κιτρικού οξέος. Ο στόχος του κύκλου αυτού είναι η διάσπαση των μεγαλομοριακών ενώσεων σε μικρότερες ουσίες και συγχρόνως η απελευθέρωση μεγάλων ποσών ενέργειας σε μορφή ATP και θερμότητας.

Η σύνθεση του ATP γίνεται στην εσωτερική μεμβράνη του μιτοχονδρίου. Η σύνθεση του ATP δεν έχει αποταμιευτικό χαρακτήρα. Συντίθεται για να καταναλωθεί προς όφελος σύνθεσης νέων ουσιών. Το ημερήσιο ποσό του ATP που συντίθεται και συγχρόνως διασπάται, υπολογίζεται ότι έχει βάρος όσο το βάρος του ανθρώπινου σώματος. Στα μυϊκά κύτταρα γίνεται η σύνθεση του ATP και αυτό αμέσως διασπάται σε ADP+Pi (διφωσφορικήαδενοσίνη και φωσφορικό ιόν). Για τη σύνθεση του ATP στο μυϊκό κύτταρο καταναλώνεται ενέργεια από την καύση των υδατανθράκων και λιπιδίων και η ενέργεια αυτή καταναλώνεται για την μετακίνηση της μυοσίνης πάνω στο μόριο της ακτίνης. Η μετακίνηση αυτή είναι υπεύθυνη για την συστολή του μυός.

ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΣΤΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΑ ΟΡΓΑΝΑ

Η ζωή και η σωματική κίνηση καταναλώνει ενέργεια σε μορφή ATP. Πηγές αυτής της ενέργειας είναι οι ουσίες που εισέρχονται στον οργανισμό με την τροφή ή είναι αποταμιευμένες στα διάφορα όργανα και ιστούς. Οι ουσίες αυτές είναι οι υδατάνθρακες, τα λιπίδια και οι πρωτεΐνες. Αποταμιευτικά όργανα του ανθρώπινου σώματος είναι τα ακόλουθα.

1. **Μυϊκός ιστός.** Στα μυϊκά κύτταρα αποταμιεύονται υδατάνθρακες σε μορφή γλυκογόνου και λιπίδια σε μορφή τριγλυκεριδίων. Η ποσότητά τους είναι μικρή και εξαρτάται από την αθλητική ζωή του ατόμου. Άτομα που αθλούνται αποταμιεύουν μεγαλύτερη ποσότητα. Τα μυϊκά κύτταρα έχουν επίσης σε μικρή ποσότητα την κρεατίνη φωσφορική και ATP. Η ποσότητα επίσης των δύο αυτών ουσιών είναι μικρή και τροφοδοτούν ενέργεια για μερικά δευτερόλεπτα, όμως αποτελούν τις απαραίτητες ουσίες για την έναρξη της καύσης. Για τον μυϊκό ιστό είναι επίσης σημαντική η συμμετοχή των πρωτεϊνών που προέρχονται από την θραύση των μυϊκών ινιδίων στην απόδοση ενέργειας σε μορφή ATP.
2. **Ήπαρ.** Στο όργανο αυτό αποταμιεύεται το γλυκογόνο που όμως ο ρόλος του είναι η χορηγία της γλυκόζης για τη λειτουργία του εγκεφάλου. Η μεταφορά της γλυκόζης γίνεται με το αίμα και πολλές φορές υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί επίσης να τροφοδοτήσει και άλλα όργανα. Στα ηπατικά κύτταρα υπάρχουν επίσης αποταμιευμένα τα τριγλυκερίδια που χρησιμεύουν για την απόδοση ενέργειας σε μορφή ATP. Τα τριγλυκερίδια μεταφέρονται στους ιστούς με τη βοήθεια της μεταφορικής πρωτεΐνης της αλβουμίνης.
3. **Αίμα.** Στο αίμα υπάρχουν αποθέματα ενέργειας, ουσίες που είναι συστατικά του αίματος. Η γλυκόζη υπάρχει στο αίμα και μεταφέρεται στον εγκέφαλο για την καλή λειτουργία του. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και από τα μυϊκά κύτταρα. Στο αίμα συναντάμε επίσης τα τριγλυκερίδια που μεταφέρονται με την αλβουμίνη καθώς και άλλα λιπίδια που μεταφέρονται με τις γνωστές διαφορετικής πυκνότητας πρωτεΐνες. Ένα σημαντικό στοιχείο του αίματος είναι τα ελεύθερα αμινοξέα που αποτελούν εύκολη τροφή για τα μυϊκά κύτταρα.
4. **Λιπώδης ιστός.** Είναι ο κύριος αποταμιευτικός ιστός ενέργειας στο ανθρώπινο σώμα. Βρίσκεται αποταμιευμένος σε μορφή γλυκεριδίων, τα οποία υδρολύονται σε λιπαρά οξέα και γλυκερίνη. Και τα δύο αυτά συστατικά είναι πηγές ενέργειας για κάθε ανθρώπινη δράση. Η ποσότητα του λιπώδους ιστού για κανονικά άτομα αποτελεί το 20% του συνολικού βάρους του σώματος. Υπάρχουν όμως σημαντικές διαφοροποιήσεις που εξαρτώνται από τον τρόπο ζωής του κάθε ατόμου. Λόγω της μεγάλης σημασίας τους για την επιβίωση του ανθρώπινου γένους τα λιπίδια

αποταμιεύονται εύκολα, καταναλώνονται δύσκολα, και αποτελούν το κύριο πρόβλημα της σημερινής κοινωνίας.

Αποταμιευτική ενέργεια ανθρώπου βάρους 70 kg

Όργανο	Γλυκογόνο+Γλυκόζη 1 γρ = 4.1 kcal		Τριγλυκερίδια 1 γρ = 9.3 kcal		Πρωτεΐνη 1 γρ = 4.1 kcal	
	γρ	kcal	γρ	kcal	γρ	kcal
Αίμα	20	80	4.4	40	150	600
Ήπαρ	100	400	35.0	320		
Μυϊκός ιστός	400	1600	300.0	2600	?	
Λιπώδης ιστός	-		12.000	110 000.0		

ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο τρόπος ζωής του σημερινού ανθρώπου απαιτεί λίγη ενέργεια. Οι ημερήσιες συνηθισμένες πράξεις του είναι αργές και μικρής διάρκειας. Η καταναλισκόμενη επομένως από τον άνθρωπο ενέργεια προέρχεται πολύ περισσότερο από τον μεταβολισμό των υδατανθράκων και πολύ λιγότερο από τον μεταβολισμό των λιπιδίων. Ακόμα και σε στιγμές έντονης ξαφνικής εργασίας η ενέργεια προέρχεται από τον αναερόβιο μεταβολισμό των υδατανθράκων. Τα κύτταρα του λιπώδους ιστού κάτω από αυτές τις συνθήκες δεν χάνουν τα λιπίδια τους και με το χρόνο αυξάνουν τα αποθέματά τους. Το αποτέλεσμα το βλέπουμε στα σώματα των σημερινών ανθρώπων που γενικώς είναι παχύσαρκα.

Η ποσότητα των υδατανθράκων που είναι αποθηκευμένοι στα τρία όργανα που αναφέραμε προηγουμένως, δηλαδή στο μυϊκό σύστημα, στο ήπαρ και στο αίμα, είναι αρκετή για να καλύψει τις ανάγκες του οργανισμού σε ενέργεια για 3 ώρες καθημερινής απασχόλησης. Ακόμα και όταν ο άνθρωπος μετατρέψει την απασχόλησή του σε αθλητική ζωή, πάλι μπορεί να συνεχίσει το έργο του για 60-90 min.

Όταν η κίνηση είναι μεγαλύτερης διάρκειας, τότε η ενέργεια προκύπτει από την καύση των λιπιδίων που βρίσκονται στα μυϊκά κύτταρα. Ο μεταβολισμός τους γίνεται από τα μιτοχόνδρια των μυϊκών κυττάρων, όπως έχουμε αναφέρει στα μυϊκά κύτταρα, ιδιαίτερα του τύπου I, έχουν πολλά

τριγλυκερίδια. Για τον ίδιο σκοπό χρησιμοποιούνται επίσης τα λιπίδια του αίματος, που είναι κυρίως τριγλυκερίδια και φωσφολιπίδια.

Το μεγάλο ποσό των λιπιδίων, βρίσκεται στο λιπώδη ιστό (12-15 kg). Το ποσό αυτό του λίπους ισοδυναμεί με ενέργεια που καταναλίσκεται για 23 μαραθωνίους των 3 ωρών έκαστος. Τα λιπίδια του ιστού αυτού εισέρχονται στο μεταβολισμό για τη σύνθεση της ενέργειας, τελευταία. Αυτό οφείλεται στην απομακρυσμένη τους από το μυϊκό σύστημα θέση τους και στη δύσκολη μεταφορά τους. Η μεταφορά των λιπιδίων με το αίμα γίνεται μόνο αν αυτά συνδεθούν με μια μεταφορική πρωτεΐνη που βρίσκεται στο αίμα την αλβουμίνη. Με την σειρά του μεταβολισμού των λιπιδίων συνάγεται το συμπέρασμα ότι τα λιπίδια "καίγονται μέσα στη φωτιά" που άναψαν οι υδατάνθρακες.

Όταν η ταχύτητα της κίνησης είναι στο 65% VO_2max τότε διασπώνται αερόβια τόσο οι υδατάνθρακες όσο και τα λιπίδια. Με αυξανόμενη ταχύτητα παρατηρείται μείωση στον μεταβολισμό των λιπιδίων με ταυτόχρονη αύξηση του γαλακτικού οξέος (>3) στο αίμα. Αυτό δείχνει ότι με αυξανόμενη ταχύτητα κίνησης οι υδατάνθρακες διασπώνται αναεροβίως. Ο μεταβολισμός των λιπιδίων σταματά.

Από αυτά που αναφέραμε, συμπεραίνουμε ότι ο ανθρώπινος οργανισμός για να εξοικονομήσει την απαιτούμενη για την κίνηση ενέργεια εργάζεται τόσο αεροβίως όσο και αναεροβίως. Το μεγάλο προνόμιο των υδατανθράκων είναι ότι μόνο αυτοί καίγονται τόσο αερόβια όσο και αναερόβια. Συνθήκες που επιτρέπουν την καύση μόνο των λιπιδίων δεν υπάρχουν. Υπάρχουν όμως συνθήκες που αναλογικά μεταβολίζονται τα λιπίδια πολύ περισσότερο από ό, τι οι υδατάνθρακες. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν το VO_2max είναι 65% και η συγκέντρωση των λιπιδίων και υδατανθράκων είναι 60/40.

Όταν η απαίτηση σε ενέργεια του οργανισμού είναι μεγαλύτερη από εκείνη που του προσφέρουν οι υδατάνθρακες και τα λιπίδια μαζί, τότε ο οργανισμός στρέφεται στην αποικοδόμηση των πρωτεϊνών. Πρέπει να τονίσουμε και πάλι ότι οι πρωτεΐνες δεν είναι ενεργειακά αποθέματα αλλά δομικά συστατικά οργάνων και ινών του ανθρώπινου σώματος. Ένας άνθρωπος βάρους 70 kg διαθέτει 30 kg μυϊκούς ιστούς. Τα μυϊκά κύτταρα αποτελούνται από 20% του βάρους τους από πρωτεΐνες. Οι πρωτεΐνες του ανθρώπινου σώματος ανέρχονται σε 6 kg. Σ'αυτές πρέπει να προστεθούν τα αμινοξέα των υγρών του σώματος που ανέρχονται σε 150 gr. Από τις πρωτεΐνες τα ελεύθερα αμινοξέα των υγρών είναι εκείνα που πρώτα μεταβολίζονται στην απελευθέρωση ενέργειας.

Τον μεταβολισμό των ελεύθερων αμινοξέων ακολουθούν οι πρωτεΐνες των μυϊκών κυττάρων που έχουν υποστεί βλάβη κατά την άσκηση (θλάση). Η θλάση των μυϊκών κυττάρων σε ιδιαίτερες περιπτώσεις καταπόνησης οδηγεί σε μείωση της μυϊκής μάζας, παρατηρείται επίσης σε ηλικιωμένα άτομα χωρίς καταπόνηση. Το φαινόμενο της μείωσης της μυϊκής μάζας στους νέους αθλούμενους και στα άτομα ηλικιωμένα είναι ένα φαινόμενο που χρειάζεται μελέτη.

Είναι γνωστό ότι ο ανθρώπινος οργανισμός στην οντογένεσή του αποβάλλει ή μειώνει την παρουσία ορισμένων οργάνων ή ιστών που δεν τα θεωρεί αναγκαία για την παραπέρα ζωή του. Για τον ανθρώπινο οργανισμό οι μυς δεν είναι τόσο χρήσιμοι όσο ο λιπώδης ιστός σε προχωρημένη ηλικία.

Ο μεταβολισμός των πρωτεϊνών γίνεται όταν πρώτα πρωτεολυθούν σε αμινοξέα που είναι τα δομικά στοιχεία των πρωτεϊνών. Τα αμινοξέα μεταφέρονται με το αίμα στο ήπαρ. Εκεί ορισμένα μεταβολίζονται σε γλυκογόνο που είναι υδατάνθρακας και ακολουθούν τον μεταβολισμό των υδατανθράκων. Η αποικοδόμηση των πρωτεϊνών διαπιστώνεται εύκολα από την ανεύρεση στο αίμα και ούρα της ουρίας και ουρικού οξέος που είναι το τελικό προϊόν της πρωτεϊνικής αποικοδόμησης.