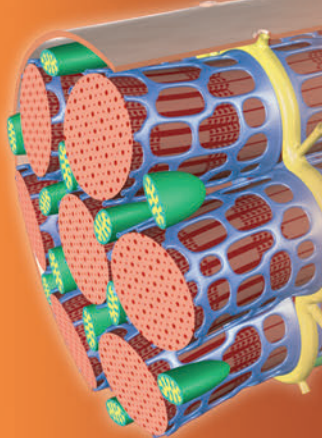


Muskel & Energie II

Sekundarstufe II



Online-
Lernumgebung

Test
Center

auf www.gida.de

Filme  Software



Biologie



Inhalt und Einsatz im Unterricht

"Muskel & Energie II"

(Biologie, Sek. II)

Dieses Film-Lernpaket behandelt das Unterrichtsthema „Muskel & Energie“ für die Sekundarstufe II.

Im Hauptmenü finden Sie insgesamt 4 Filme:

Drei Muskeltypen im Vergleich	7:00 min
Feinbau des Skelettmuskels	5:30 min
Die Muskelkontraktion	6:40 min
Muskeln, Energie und Muskelkater	7:40 min

(+ Grafikmenü mit 8 Farbgrafiken)

Die Filme vermitteln mithilfe von aufwändigen und beeindruckenden 3D-Computeranimationen alle wesentlichen Informationen rund um das Thema Aufbau und Leistung der verschiedenen Muskeltypen des menschlichen Körpers. Schwerpunkt der Darstellung sind Aufbau und Kontraktion eines Skelettmuskels. Der Film „Muskeln, Energie und Muskelkater“ bietet eine ausführliche Schilderung der sukzessiven Energiebereitstellung im Muskel bei Dauerbelastung (ATP, Kreatinphosphat, Milchsäuregärung, Zellatmung).

Die 3D-Computeranimationen sind filmisch eingebettet in eine unterhaltsame kleine Rahmenhandlung: Der Architekturstudent Moritz betreibt gerne Sport in seiner Freizeit, wenn er auch nicht der geborene Modellathlet ist. Leichtathletik, speziell der 400m-Lauf, hat es ihm besonders angetan. Die Filme begleiten den Moritz ins Fitness-Studio, auf die 400m-Bahn, aber auch zur Umzugshilfe bei seiner Freundin (Kisten schleppen!).

Die Inhalte der Filme sind stets altersstufen- und lehrplangerecht aufbereitet. Es empfiehlt sich, die Filme 2-4 in der o.g. genannten Reihenfolge einzusetzen, da sie inhaltlich z.T. aufeinander aufbauen. Der Einsatz von Film 1 kann nach Belieben erfolgen.

Ergänzend zu den o.g. 4 Filmen stehen Ihnen zur Verfügung:

- **8 Farbgrafiken**, die das Unterrichtsgespräch illustrieren (in den Grafik-Menüs)
- **14 ausdrucksfähige PDF-Arbeitsblätter**, jeweils in Schüler- und Lehrerfassung

Im GIDA-Testcenter (auf www.gida.de) finden Sie auch zu diesem Film-Lernpaket interaktive und selbstausswertende Tests zur Bearbeitung am PC. Diese Tests können Sie online bearbeiten oder auch lokal auf Ihren Rechner downloaden, abspeichern und offline bearbeiten, ausdrucken etc.

Begleitmaterial (PDF) auf DVD

Über den „Windows-Explorer“ Ihres Windows-Betriebssystems können Sie die Dateistruktur einsehen. Sie finden dort u.a. den Ordner „DVD-ROM“. In diesem Ordner befindet sich u.a. die Datei

index.html

Wenn Sie diese Datei doppelklicken, öffnet Ihr Standard-Browser mit einem Menü, das Ihnen noch einmal alle Filme und auch das gesamte Begleitmaterial zur Auswahl anbietet (PDF-Dateien von Arbeitsblättern, Grafiken und Begleitheft, Internetlink zum GIDA-TEST-CENTER etc.).

Durch einfaches Anklicken der gewünschten Begleitmaterial-Datei öffnet sich automatisch der Adobe Reader mit dem entsprechenden Inhalt (sofern Sie den Adobe Reader auf Ihrem Rechner installiert haben).

Die Arbeitsblätter ermöglichen Lernerfolgskontrollen bezüglich der Kerninhalte der Filme. Einige Arbeitsblätter sind am PC elektronisch ausfüllbar, soweit die Arbeitsblattstruktur und die Aufgabenstellung dies erlauben. Über die Druckfunktion des Adobe Reader können Sie auch einzelne oder alle Arbeitsblätter für Ihren Unterricht vervielfältigen.

Fachberatung bei der inhaltlichen Konzeption und Gestaltung:

Frau Erika Doenhardt-Klein, Studiendirektorin
(Biologie, Chemie und Physik, Lehrbefähigung Sek. I + II)

Inhaltsverzeichnis

Seite:

Inhalt – Strukturdiagramm

4

Die Filme

Drei Muskeltypen im Vergleich

5

Feinbau des Skelettmuskels

7

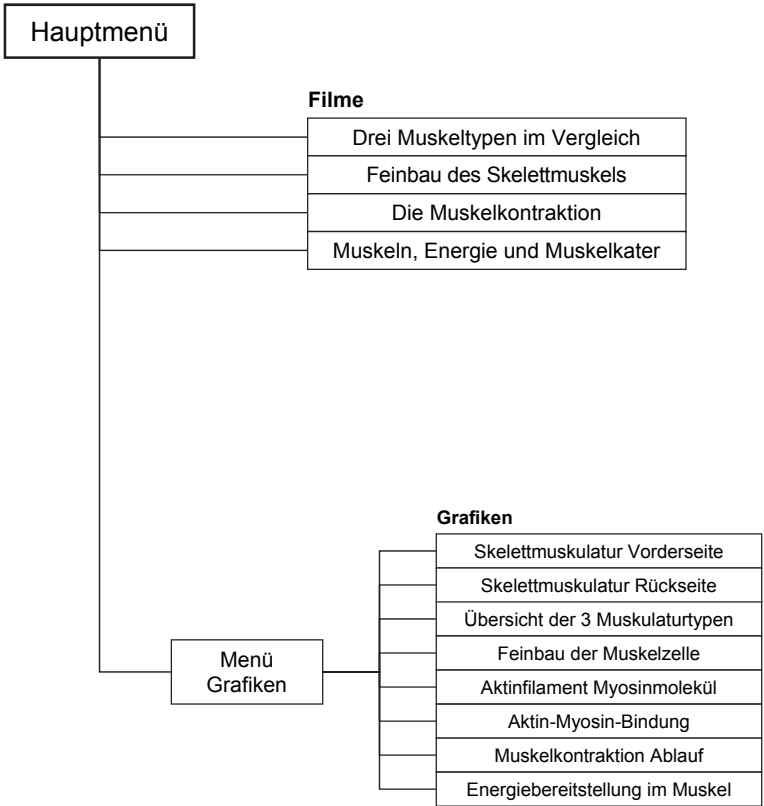
Die Muskelkontraktion

9

Muskeln, Energie und Muskelkater

11

Inhalt – Strukturdiagramm



Drei Muskeltypen im Vergleich

Laufzeit: 7:00 min, 2019

Lernziele:

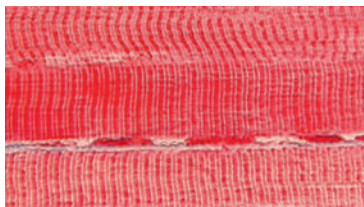
- Kenntnis über die Unterschiede in Aufbau und Funktion bzw. Leistungsfähigkeit der drei Muskeltypen des menschlichen Körpers wiederholend vertiefen;
- Kenntnis über die Unterschiede von willkürlicher und unwillkürlicher Muskulatur in Bezug auf ihre Steuerung wiederholend vertiefen.

Inhalt:

Moritz, u.a. der sportbegeisterte Student, besucht heute wieder das Fitness-Studio und bietet über eine praktische Übung zur Stärkung seiner Beinmuskulatur den Einstieg ins Thema.

Im weiteren Filmverlauf werden die drei Muskeltypen detailliert erläutert. Dabei zeigt der Film jeweils eine Mikroskopaufnahme und geht dann in 3D-Computeranimation und -grafik über.

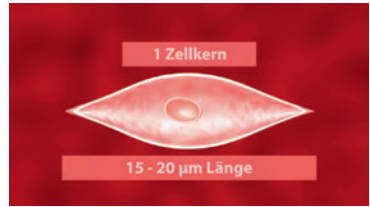
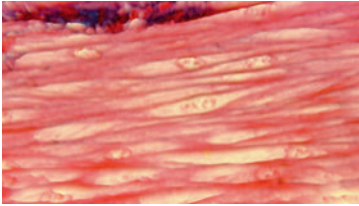
Quergestreifte Skelettmuskulatur



Die Fasern/Zellen der Skelettmuskulatur können beim Menschen bis zu 30 cm lang werden und haben viele Zellkerne (Zellwachstum und Zellkernteilung, aber keine Zellteilung).

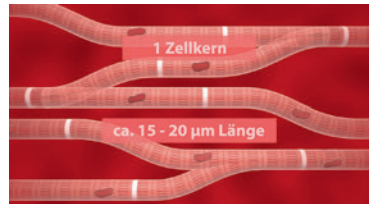
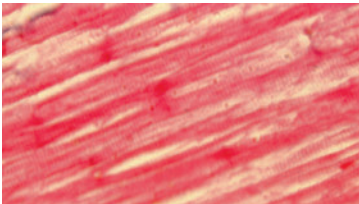
Die Skelettmuskulatur wird über das motorische Nervensystem willentlich (vom Großhirn) gesteuert und daher „willkürliche Muskulatur“ genannt. Sie kann kurzzeitig Höchstleistungen bringen und dabei sehr schnell arbeiten. Die Skelettmuskulatur verbraucht relativ viel Energie und ermüdet relativ schnell.

Glatte Eingeweidemuskulatur



Die Zellen der glatten Eingeweidemuskulatur sind rauten- bzw. spindelförmig und nur ca. 15-20 Mikrometer lang, sie haben nur einen Zellkern. Die glatte Muskulatur wird über das vegetative Nervensystem (vom Stammhirn) gesteuert, ist willentlich nicht steuerbar und zählt daher zur „unwillkürlichen Muskulatur“. Die glatte Muskulatur arbeitet langsam, ausdauernd und energiesparend.

Quergestreifte Herzmuskulatur



Die Zellen der Herzmuskulatur ähneln unter dem Mikroskop mit ihrer Querstreifung denen der quergestreiften Skelettmuskulatur, weisen ansonsten aber deutliche Unterschiede auf: Sie sind ebenso wie die Zellen der glatten Muskulatur nur etwa 15-20 Mikrometer lang und haben auch nur einen Zellkern. Zusätzlich weisen sie eine typische Y-Form und Verbindungen untereinander auf.

Die Steuerung der Herzmuskulatur erfolgt „unwillkürlich“ durch Stammhirn und vegetatives Nervensystem. Eine Besonderheit ist dabei, dass nur Schlagfrequenz und Kontraktionskraft über das Nervensystem gesteuert werden. Die eigentliche Auslösung der Herzmuskelkontraktion leistet der sogenannte **Sinusknoten**, eine bestimmte Region von Herzmuskelzellen. Die Reizweiterleitung erfolgt dann von Zelle zu Zelle, bis zur kompletten Kontraktion.

Feinbau des Skelettmuskels

Laufzeit: 5:30 min, 2019

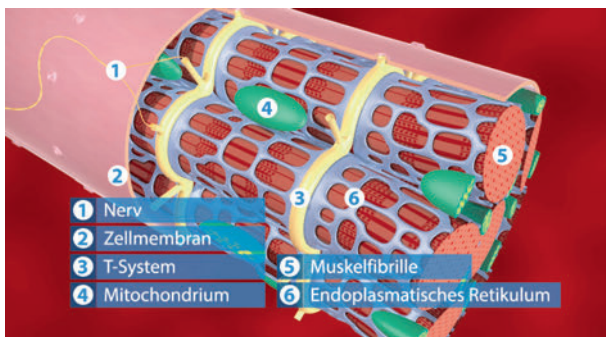
Lernziele:

- Den Feinbau einer Skelettmuskelzelle und die Bezeichnung der verschiedenen Zellbauteile kennen;
- Den Aufbau einer Muskelfibrille mit Aktin- und Myosinfilamenten (-molekülen) im Detail kennen.

Inhalt:

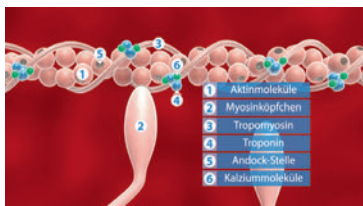
Der Moritz hat heute „sportfrei“, weil er seiner Freundin beim Umzug helfen muss. Das Schleppen von Umzugskisten und die damit verbundenen Muskelaktivitäten bieten den Einstieg in sehr ausführliche und detaillierte 3D-Computeranimationen, die alle lehrplanrelevanten Informationen zum Feinbau einer Skelettmuskelzelle anschaulich darstellen (Muskelfaser, Muskelfibrillen).

Im Einzelnen zeigt der Film dann eine kurze Wiederholung des Aufbaus **Muskel-Muskelfaserbündel-Muskelfaser**, um dann in den Detailaufbau einer Muskelzelle einzusteigen.



Auf Basis dieser Strukturdarstellung schildert der Film, wie die Informationsübermittlung vom Nervensystem in die Muskelzelle läuft: Auflaufen der (Reiz)-Information in den Synapsen der Muskelzellmembran, Eingang über T-System und Weiterleitung ins endoplasmatische Retikulum, dort Ausschüttung von Kalziumionen, die zur Auslösung der Muskelkontraktion in die gesamte Zelle (zu den Fibrillen) strömen.

Dann zieht die 3D-Computeranimation einen Zoomschritt weiter in den Detailaufbau einer Muskelfibrille:



Die typische (Querstreifung-gebende) Sarkomerstruktur einer Muskelfibrille wird erläutert und dann fortgesetzt in der Detaildarstellung des Aufbaus eines Aktinfilaments und eines Myosinmoleküls.

Viele hundert solcher Sarkomere aneinandergereiht bilden schließlich die Muskelfibrille, die beim Menschen eine Länge von bis zu 30 cm (Länge der Muskelzelle) erreichen kann.

Die sehr anschaulichen 3D-Darstellungen ermöglichen es den Schülern, eine gute Vorstellung von den räumlichen und funktionellen Strukturen im Muskel zu entwickeln, die für das weitere Verständnis der Muskelkontraktion wichtig und hilfreich ist.

Die Muskelkontraktion

Laufzeit: 6:40 min, 2019

Lernziele:

- Die komplexen Abläufe der Muskelkontraktion auf Molekülebene verstehen und erklären können („Gleitfilament-Theorie“);
- Das Prinzip des Energieeinsatzes in der Muskelkontraktion (ATP-Verbrauch) im Detail nachvollziehen können.

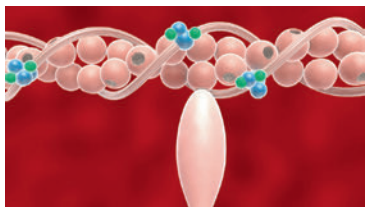
Inhalt:

Der Moritz schleppt weiter Umzugskisten und bietet so die Gelegenheit, die biochemischen Abläufe der Muskelkontraktion im Detail zu beobachten.

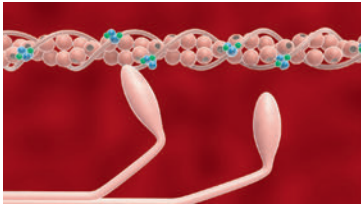
Hier die Stationen der sehr anschaulichen und ausführlichen Computeranimation in Bildern und Stichworten.



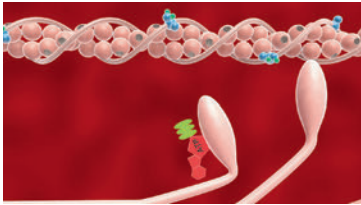
Die Myosin-Bindestellen am Aktinfilament sind durch Tropomyosin verdeckt. Entspannter oder Ruhezustand.



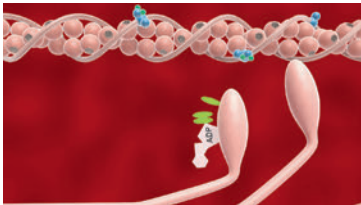
Durch Bindung von Kalzium an Tropomyosin verschiebt sich das Tropomyosin so, dass die Myosin-Andockstelle am Aktinfilament zugänglich wird.



Das Myosinköpfchen bindet an das Aktinfilament, klappt zur Mitte um und zieht dadurch das Aktinfilament in Richtung Sarkomer-Mitte.



ATP bindet an das Myosinköpfchen, dadurch löst sich dieses vom Aktinfilament.



ATP wird in ADP+P gespalten. Durch die freiwerdende Energie klappt das Myosin-Köpfchen wieder nach außen, es wird „gespannt“.

Der Film zeigt den Ablauf der Kontraktionsbewegung in den Sarkomeren in zwei didaktischen Schleifen: Zunächst wird in mehreren Durchläufen die Interaktion von Aktin- und Myosinfilament (Andocken-Verschieben-Ablösen) gezeigt. In einer zweiten Erklär-Schleife tritt dann der energetische Aspekt mit hinzu: Zeitpunkt und Ablauf des Anlagerns von ATP-Molekülen und deren energieliefernder Abbau in ADP werden erklärt, ebenso die Verwendung der von ATP gelieferten Energie zum Rückstellen („Spannen“) der Myosinköpfchen.

Der Film schließt mit der Kurzerklärung des bekannten Phänomens „Totenstarre“: Wenn ein Mensch stirbt, dann wird kein ATP mehr gebildet, die Myosinköpfchen können sich deshalb nicht mehr vom Aktinfilament ablösen und der Muskel verharrt in der momentanen Kontraktionsstellung.

Muskeln, Energie und Muskelkater

Laufzeit: 7:40 min, 2019

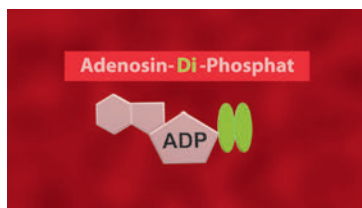
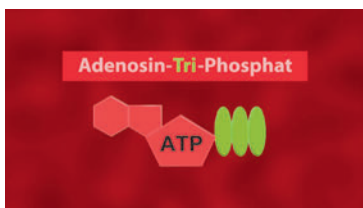
Lernziele:

- Die Energieträger ATP und Kreatinphosphat kennenlernen, die Begriffe „Milchsäuregärung“ und „Zellatmung“ wiederholend einordnen können;
- Die sukzessive Energiebereitstellung im Muskel unter hoher Dauerbelastung verstehen.

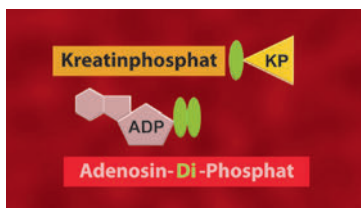
Inhalt:

Der Moritz hat die Umzugskistenschlepperei hinter sich gebracht und ist nun für den abschließenden Film wieder in seinem Element – 400m-Training.

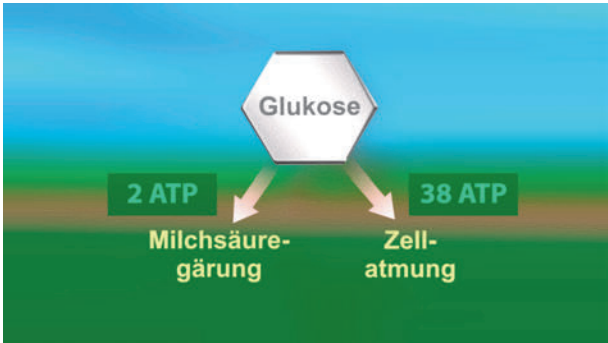
Die lange Runde im Tartan-Oval und die einzelnen Laufabschnitte bieten den realen Rahmen für eine sehr anschauliche und gut nachvollziehbare Darstellung des Energiehaushalts der Skelettmuskeln. Zunächst werden die Moleküle ATP (Adenosin-Tri-Phosphat) und ADP (Adenosin-Di-Phosphat) vorgestellt.



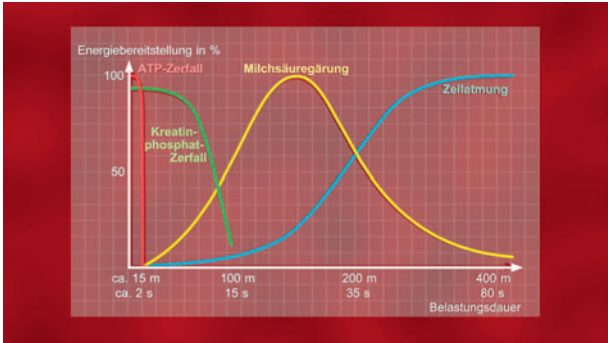
Im weiteren Verlauf der Darstellung zeigt der Film auch die Regenerierung von ADP zu ATP durch Bereitstellung einer Phosphatgruppe von Kreatinphosphat.



Schließlich wird auch die stark unterschiedliche Energieausbeute des Glukoseabbaus über die Milchsäuregärung und die Zellatmung dokumentiert:



Diese Stationen der Energiebereitstellung bei einer Dauerbelastung des Körpers werden dann eingebettet in das Beispiel 400m-Lauf – verwoben in Real-Laufaufnahmen und eine sich aufbauende 3D-Koordinatensystem-Grafik:



Der Filmablauf in Stichworten:

- Abbau des ATP-Vorrats im Muskel während der ersten ca. 2 Sekunden des Laufs.
- ATP-Regenerierung durch Kreatinphosphat während der nächsten ca. 15 Sekunden
- ATP-Bereitstellung durch Milchsäuregärung während der nächsten ca. 25 Sekunden.
- Auslaufen der Milchsäuregärung und volle Energiebereitstellung durch die Zellatmung.

Abschließend geht der Film noch auf das Phänomen „**Muskelkater**“ ein: Früher nahm die Sportwissenschaft an, dass der Muskelkater eine Folge übermäßiger Milchsäureproduktion sei. Mittlerweile hat sich aber die Überzeugung durchgesetzt, dass der Muskelkater eine andere Hauptursache hat: Man nimmt an, dass infolge der starken Muskelbelastung (insbes. bei Untrainierten) eine ATP-Unterversorgung eintritt. Die Myosinköpfchen können sich nicht mehr schnell genug vom Aktin lösen und es werden vereinzelt Aktinfilamente aus den Z-Scheiben gerissen, wenn der betreffende Muskel von seinem Gegenspieler gedehnt wird.

An den kleinen Rissen kommt es zu Entzündungen, Wasser tritt in die Muskelfaser ein, die sich darauf dehnt bzw. anschwillt und ein Schmerzgefühl, den „Muskelkater“, auslöst.



GIDA Gesellschaft für Information
und Darstellung mbH
Feld 25
51519 Odenthal

Tel. +49-(0) 2174-7846-0
Fax +49-(0) 2174-7846-25
info@gida.de
www.gida.de

Drei Muskeltypen im Vergleich • Feinbau des Skelettmuskels Die Muskelkontraktion • Muskeln, Energie und Muskelkater

