

Galaktose und Leistungssport

Jede sportliche Betätigung erfordert eine optimale Stoffwechsellage unserer Skelettmuskulatur und unseres Herzens (näherungsweise eine Mischung aus Skelettmuskulatur und glatter Muskulatur). Je nach Sportart sind die Belastungen und daher die Erfordernisse an den Muskelstoffwechsel unterschiedlich. Immer benötigen die Muskeln Energie, also biologische Energie, die Adenosintri-phosphat (ATP) und Kreatinphosphat (CP) heißt. Die Hauptquelle für die Energiegewinnung ist Glucose (=Traubenzucker). Dazu wird Glucose oxidativ verstoffwechselt. Die hierbei entstehenden Produkte werden in den Mitochondrien, den Kraftmaschinen der Zelle, ermöglichen die Gewinnung von ATP, das Kreatinphosphat bildet. Die Energiegewinnung und damit die Leistungsfähigkeit der Muskulatur ist daher abhängig von der intrazellulären Glucose. Ihre Aufnahme in die Zelle wird durch Insulin reguliert. Insulin kann jedoch nur dann seine Funktion erfüllen, wenn es von einer Antenne auf der Zelloberfläche, dem Insulin-Rezeptor, erkannt wird. Nach der Erkennung wird anschließend die Insulin-spezifische Information in die Zelle hinein geleitet. Es ist ein ähnlicher Weg wie von der Hausantenne zum Fernseher.

Warum Galaktose im Leistungssport? Im Unterschied zu Glucose benötigt Galaktose nicht die Insulin-vermittelte Aufnahme in die Zelle. Galaktose folgt dem einfachsten Transportmechanismus, dem Konzentrationsgradienten. Daher muss der Sportler genügend Galaktose zu sich nehmen (10 bis 30g/Tag), damit die extrazelluläre Konzentration eine kritische Schwelle überschreiten kann. Dadurch erhält er über diesen Nahrungsergänzungsstoff eine zusätzliche Vorstufe für Glucose, da Galaktose in der Zelle rasch und quantitativ in Glucose umgewandelt wird, deren Verstoffwechslung in bewährter Weise zu biologischer Energie führt. Die Leistungsfähigkeit der Muskulatur wird entscheidend gestärkt.

Prof. Dr. med. Werner Reutter, Berlin

Der Mensch verfügt über drei strukturell und funktionell völlig verschiedene Muskeltypen, erstens, den glatten und zweitens, den sogenannten Quergestreiften Muskeln. Die glatten Muskeln sind bei inneren Organen und Drüsenausgängen anzutreffen und wirken langsam. Der dritte Muskeltyp, die Herzmuskulatur, steht strukturell und funktionell dazwischen. Ihre glattmuskuläre Ausstattung verleiht ihr die nötige Ausdauer in der rhythmischen Tätigkeit.

In diesem Beitrag steht die Quergestreifte Muskulatur im Vordergrund. Sie ist durch drei morphologisch und funktionell unterschiedliche Muskeltypen charakterisiert. Die glatten Muskeln, die Skelettmuskeln und die Herzmuskeln. Bei der Skelettmuskulatur werden die einzelnen Muskelzellen als Muskelfasern bezeichnet. Die Skelettmuskulatur übt Stütz- und

Bewegungsfunktionen aus. Der koordinierte Bewegungsablauf wird durch ein Netzwerk miteinander verschalteter Proteine gewährleistet. Typisch für die Skelettmuskeln ist eine auffällige Querstreifung, welche die kontraktilen Einheiten, die Sarkomere, beinhalten. Aus ihnen entspringen die molekularen Motoren des Muskels, die Myosine. Bündelung von Myosin mit anderen Proteinen bildet die Muskelfilamente. Die Verankerung der Muskelfasern im Gewebe erfolgt über einen Zucker-Protein-Komplex, das Dystroglykan. Nach den Kontraktionseigenschaften unterscheidet man bei der Arbeitsmuskulatur die Zuckungsfasern (*Twitch fibers*) und die Muskelspindeln. Bezüglich der Enzymausstattung, die der Energiegewinnung dient, unterscheidet man ebenfalls zwei Typen: Typ I-Fasern mit langsamer Energiebereitstellung und Typ II-Fasern mit schneller Energiebereitstellung über oxidativ/glykolytische und nur glykolytische Wege.

Für alle Bewegungsfunktionen ist die Bereitstellung von **Energie** eine Grundvoraussetzung, die leistungsabhängig erfolgt.

Eine zentrale Rolle spielt hierfür die Glykolyse. Trotz der beträchtlichen Ausstattung der Muskelzellen mit Mitochondrien, die für die aerobe Glykolyse essentiell sind, wird die Muskelzelle bei überdurchschnittlichem Leistungsbedarf in eine anaerobe Stoffwechsellage gedrängt. In dieser Extremsituation wird ein erheblicher Teil der gebildeten Energie (ATP) für die Aufrechterhaltung von Ionenkanalfunktionen benötigt. Im Vordergrund steht dabei die Aufrechterhaltung der Ca^{2+} -Homöostase. Das natürliche Substrat für die Gewährleistung dieser Funktion ist Glucose.

In jüngster Zeit mehren sich die Hinweise, dass das 4-epimere Monosacharid zur Glucose, die Galaktose, überraschend positive Wirkungen auf die Leistung und Ausdauer von Probanden und Spitzensportler zeigt.

Folgende Ursachen können für diese positiv metabotrope Wirkung der Galaktose in Betracht gezogen werden:

- Eine wichtige Energiequelle für die Muskelleistung ist bekanntlich der Glykogenspeicher, der sich beispielsweise durch Training beträchtlich erhöhen lässt. Durch die Gabe von Galaktose kann der Glykogenspeicher über die aus Galaktose gebildete Glucose gespeist werden. Darüber hinaus kann jedoch auch Galaktose selbst in Glykogen als Galaktose eingebaut werden. Sie befindet sich dann in endständiger Position, aus der heraus der natürliche Glykogenabbau (katalysiert durch die Glykogenphosphorylase) erfolgt. Da das hierfür verantwortliche Enzym, die Glykogenphosphorylase, spezifisch Glucose erkennt und sie als Glucose-1-phosphat abspaltet, ist die Affinität zur Galaktose geringer. Das bedeutet, dass der Glykogenspeicher nicht abrupt abgebaut wird (90% werden durch die Phosphorylase abgebaut), sondern länger persistiert. Er steht dann der Muskelzelle kontinuierlich zur Energiegewinnung zur Verfügung.

- Galaktose fördert den Ca^{2+} -Einstrom und hält die Ca^{2+} -Homöostase aufrecht, wie kürzlich zwei Arbeitsgruppen in Texas und Maryland gezeigt haben.

Geplante Untersuchungen:

Einfluss von Galaktose bzw. Galaktose + speziellem Trainingsreize auf den Querschnitt der schnellen Typ1- Fasern, sondern auch im Besonderen auf die langsameren Typ2-Fasern.

Suche nach sich gegenseitig unterstützenden Wechselwirkungen zwischen Galaktose mit Kreatin bzw. Kreatinphosphat

Auswirkungen von Galaktosegaben auf den Glykogengehalt sowie den Laktat/Pyruvat-Quotienten

Auswirkung von Galaktosegaben auf die Mineralisierung von Knorpel- und Knochenstrukturen

Auswirkung auf die Aktin/Myosinstrukturen

Werner Reutter

14. Juli 2010

-