

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Megyesi, Zoltan:

Die Laufleistung der Ratte bei unterschiedlichem Verhältnis von Kohlenhydrat zu Fett in der Diät

Am Beispiel der Laufleistung der Ratte wurde untersucht, ob bei einer halbsynthetischen Diät der isoenergetische Austausch von Kohlenhydraten (Maisstärke; 68% in der Kontrolldiät) gegen Fett (Talg/Schmalz=1:1; 10-30 %) die körperliche Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit der Tiere verbessert. Ein Teil der Tiere wurde untrainiert, ein anderer Teil nach einer Trainingszeit von 8 Wochen einer maximalen Laufbelastung ausgesetzt (Erschöpfungslauf).

Als Maß für die Belastbarkeit wurden neben der Laufleistung Plasmaenzymaktivitäten verwendet, die im Rahmen einer maximalen Laufbelastung ansteigen (Creatin-Kinase, Laktatdehydrogenase, Glutamat-Oxalacetat-Transaminase und Glutamat-Pyruvat-Transaminase).

Folgende Ergebnisse wurden erhalten:

1.) Die Laufleistung wurde nur dann gegenüber der Hochkohlenhydrat-Kontrolle (68% Maisstärke) signifikant verbessert, wenn die Tiere über 10 Wochen eine Diät erhielten, in welcher der größte Teil der Kohlenhydrate isoenergetisch durch 30% Fett ersetzt worden war.

Bei den entsprechend gefütterten und trainierten Ratten war die Laufleistung ebenfalls um 11%, aber nicht signifikant gesteigert.

2.) Die Plasmaaktivität der muskelspezifischen Creatin-Kinase war bei den mit 10-30 % Fett gefütterten Tieren nach der maximalen Laufbelastung gegenüber der Hoch-Kohlenhydrat-

kontrolle ebenfalls nur dann signifikant erhöht, wenn die Tiere nicht trainiert worden waren. Die Aktivität der Glutamat-Pyruvat-Transaminase war dagegen sowohl bei den nichttrainierten als auch bei den trainierten Tieren nach der Laufbelastung angestiegen, wenn Maisstärke isoenergetisch durch 20 bzw. 30 % Fett ersetzt worden war.

3.) Nach einer Trainingszeit von 8 Wochen waren sowohl die Laufleistung, als auch - nach der Laufbelastung - die Plasmaaktivitäten der Creatinkinase und Laktatdehydrogenase bei allen Diätgruppen signifikant erhöht (Ausnahme: Creatinkinase bei 10% Fett). Eine Steigerung der Aktivität der Glutamat-Oxalacetat-Transaminase war nur nachweisbar, wenn die Diät im Austausch gegen Maisstärke 30% Fett enthielt. Steigende Enzymaktivitäten sind hier als Indikator für steigende Leistung anzusehen.

4.) Der von vielen Autoren beschriebene generelle Zusammenhang zwischen Belastung und Änderung der CK- bzw. LDH-Aktivität ohne Rücksicht auf Behandlung und Fütterung der Tiere konnte auch von uns hochsignifikant bestätigt werden.

Es wird diskutiert, daß der isoenergetische Austausch von Kohlenhydrat gegen Fett über eine Stimulierung der Somatotropin-Bildung und -Inkretion die anabole Seite der endokrinen Stoffwechselregulation stabilisiert, wodurch die Leistungsfähigkeit des gesamten Organismus und speziell der Muskulatur ohne Trainingsprogramm steigt. Durch körperliches Training werden nach vermehrter Bildung aller anabolen und katabolen endokrinen Faktoren Herz, Kreislauf und Muskulatur an die höhere Belastung adaptiert, so daß jetzt dem ernährungsendokrिनologischen Effekt eine wesentlich geringere Bedeutung zukommt.

Die Enzymaktivitäten des Blutes können nach den Ergebnissen dieser Studie nur dann als Maß für körperliche

Leistungsfähigkeit und für die Belastbarkeit der Muskularur verwendet werden, wenn die Leistung konstant gehalten wird, was mit den Literaturberichten übereinstimmt.

## 6. SUMMARY

**Megyesi, Zoltan:**

### **The Running Performance of Rats with Varying Ratios of Carbohydrate to Fat in the Diet**

These investigations used the running performance of rats as a means of determining if the physical capability and endurance improved with isoenergetic substitution of fat (suet:lard=1:1, 10-30%) for carbohydrates (corn starch, 68% in the control diet) in a semi-synthetic diet. After a feeding period of 8 weeks, the animals were exposed to a maximal running performance (running at exhaustion levels) whereby one group was trained and the other without training.

In addition to the running performance, plasma activities of enzymes which increase in the course of maximal running performance (creatine kinase, lactate dehydrogenase, glutamic-oxaloacetate transaminase and glutamic-pyruvate transaminase) were used as a measure for endurance.

The following results were obtained:

1.) In comparison to the high carbohydrate control (68% corn starch), the running performance only improved significantly when the animals received a diet for ten weeks in which the largest part of the carbohydrates was isoenergetically substituted with 30% fat.

In the correspondingly fed and trained rats, the running performance also increased by 11% but not significantly.

2.) In comparison to the high carbohydrate control, the plasma activity of the muscle-specific creatine kinase was only raised significantly after maximal running in animals fed with 10-30% fat when they were not trained. On the other hand, the activity of glutamic-pyruvate transaminase increased in both, in non-

trained as well as in trained animals after running when corn starch was isoenergetically substituted by 20 or 30% fat.

3.) Both the running performance as well as the plasma activities (after running) of creatine kinase (except with 10% fat) and lactate dehydrogenase were significantly increased in all diet groups after an eight week training period. An increase in the activity of glutamic-oxaloacetate transaminase was only seen, when 30% fat was substituted for the corn starch. Increasing enzyme activities are to be seen here as an indicator for increasing performance.

4.) As also described by many authors, the general connection between stress and alteration of CK/LDH-activity without consideration of treatment and feeding of the animals could be confirmed to be highly significant.

It is discussed, that the isoenergetic substitution of fat for carbohydrates stabilizes the anabolic side of the endocrine regulation of the metabolism via a stimulation of the synthesis and incretion of somatotropin, whereby the physical capability of the entire organism, and especially the muscles, increases even without a training program. With physical training the heart, circulatory system, and muscles adapt to the higher level of physical strain following increased synthesis of anabolic and catabolic endocrine factors, so that the nutritional-endocrinological effect then plays much less of a role.

According to the results of this study the activities of blood-enzymes can only be used as a measure for physical efficiency and straining of muscles if the performance can be kept on a constant level, which corresponds to literature reports.

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

Megyesi Zoltán: A patkány futási teljesítménye a takarmány szénhidrát és zsír arányának függvényében

A patkány futási teljesítményének alapján megvizsgáltuk, hogy az állatok fizikai teljesítőképessége és a szervezet megterhelhetősége feljavítható-e azáltal, hogy a félig szintetikus összeállított tápban a szénhidrátok egy részét izokalorias alapon zsírral helyettesítjük /kontrolltáp: 68 % kukoricakeményítő; izokalorias tápok: 10-30 % zsírkeverék, faggyú: zsír = 1 : 1 /

Az állatok mindkét csoportját - 8 edzésnek kitett és nyugalomban hagyott - azonosan 8 hét után, a maximális kimerültségig megfuttattuk.

A megterhelhetőség kritériumaként a futási teljesítmény mellett még azon enzimek plazmaaktivitását vontuk be, amelyek egy ilyen maximális futási terhelésnél megemelkednek /kreatin-kináz, laktatdehidrogenáz, glutamin-oxalsav-transzamináz, glutamin-pyruvat-transzamináz/

### **A következő eredményeket kaptuk:**

1.) A futási teljesítményt a szénhidrát-dús takarmányon tartott (68 % kukoricakeményítő) kontrollhoz viszonyítva csak azoknál az állatoknál tudtuk szignifikánsan növelni, amelyeket 10 héten keresztül egy olyan takarmányon tartottunk, melyben a szénhidrátok legnagyobb részét izokalorias alapon 30 % zsiradékkal kicseréltük. Az így takarmányozott, de edzett állatok többletfutása 11 %-kal volt magasabb a kontrollnál, de ez statisztikailag nem biztosított.

2.) Az izomspecifikus kreatin-kináz plazmaaktivitása a 10-30 % zsírtáp csoportokban - a szénhidrát kontrollal szemben - csak akkor volt statisztikailag biztosítva magasabb, ha az állatok nem voltak edzésnek kitéve. A glutamat-pyruvat-transzamináz

aktivitása a futást követően a 20 % ill. 30 % zsírtáp csoportokban úgy a nyugalmi mint az edzett állatoknál, emelkedett szintet mutatott.

3.) Egy 8-hetes edzést befejező maximális futás után úgy a futásteljesítmény, mint a kreatin-kináz és a laktatdehidrogenáz plazmaaktivitása, minden tápcsoportban, szignifikánsan emelkedett (kivétel: a 10 % zsírtáp csoport kreatin-kináz plazmaaktivitása). A glutamat-oxalacetat-transzamináz aktivitása csak akkor emelkedett, ha az izoenergiás cserében a zsírarány 30 %-os volt. A fokozódó enzimaktivitást jelen esetben a fokozott teljesítmény indikatoraként értelmezhetjük.

A fizikai megterhelés és a CK- ill. LDH-aktivitás közötti kauzális összefüggést - amit már számos szerző leírt - a mi kísérleteink is, a csoportok takarmányozását és kezelését figyelmen kívül hagyva, statisztikailag magasan biztosítva, igazolnak.

Tárgyalásra kerül, hogy a szénhidrát és a zsír izokalórias cseréje a szomatotropin /növekedési hormon/ termelésének és a vérbe való leadásának serkentésén keresztül az endokrin anyagcserezabályzás anabol komponenseit stabilizálja, ami a szervezet teljesítőkéességét fokozza, különösen az izomzatét, aminek hatásfoka edzés nélkül is emelkedik. A fizikai edzés gyarapítja az anabol és katabol endokrin tényezők összességét, ami a szívet, a keringést és az izomzatot a magasabb teljesítményhez adaptálja és így a táplálkozás endokrin befolyásának sokkal kisebb jelentősége marad.

E tanulmány eredményeinek alapján csak akkor használható fel a vér enzimaktivitása a fizikai teljesítőkéesség és az izomzat megterhetőségének mércéjeként, ha egy azonos teljesítményről van szó, ami a szakirodalommal egybehangzik.