

JURAJ ANTAL

## DIE AUSARBEITUNG DER BEDINGTEN REFLEXE WÄHREND DER MUSKELAKTIVITÄT

Physiologisches Institut der Medizinischen Fakultät der Komensky Universität  
und Institut der experimentellen Medizin der Slowakischen Akademie der Wissen-  
schaften in Bratislava

Wie es bekannt ist, fließt aus der Peripherie des Organismus, während einer Muskeltätigkeit, z. B. während der lokomotorischen Bewegungen bis in die höchsten Abteilungen des ZNS ein Strom überwiegend propriozeptiver Impulse und gleichzeitig wird aus der Gehirnrinde eine Impulsation in die sich kontrahierenden Muskeln gesendet. Man kann annehmen, dass bei solchem Zustand der Hirnrinde werden für die Ausarbeitung der bedingten Reflexe andere Bedingungen bestehen, als bei einem relativen Ruhezustand des Organismus. Die angeführte Problematik, wie sich die bedingtreflektorischen Reflexe während der Muskeltätigkeit bilden, wurde bis jetzt noch wenig bearbeitet und deshalb haben wir mit der Lösung dieser, teils auf Tieren, mittels einer Tretbahnmethodik und teils auf Menschen, mittels eines Fahrradergometers begonnen.

### ERGEBNISSE

Die Experimente wurden auf 18 Hunden, die schon vorher auf den Lauf und der Tretbahn trainiert wurden, durchgeführt. Wenn man nach 5—10 tatsächlichen Läufen, von einer Dauer von 10—15 Minuten, bei einer 8,5 KM Geschwindigkeit pro Stunde durch einen isolierten bedingtreflektorischen Reiz, der den Lauf signalisiert auf die Hunde wirkt, stellen sich typische bedingtreflektorische Änderungen in der Atmung, im Metabolismus, in der Speichelsekretion und in der Motorik der Glieder ein. Die Atmung der Tiere vertieft und beschleunigt sich bis zur polypnoischen Atmung, die podypnoische Sekretion der Speichel, mit seinem spezifischen, stossartigen Charakter kommt auch zum Vorschein, das Milchsäureniveau im Blut erhöht sich (*Antal, Ruščák*) und das Tier versucht lokomotorische Bewegungen mit den Gliedern zu machen, hauptsächlich am Anfang der Wirkung des isolierten bedingten Reizes.

Diese bedingtreflektorischen Reaktionen lassen sich leicht ausarbeiten, sind intensiv, beständig, ihre Auslöschung hat einen langsamen Verlauf, hauptsächlich in der Atmung und sie sind in der Zeitdauer prolongiert. Die Zeitdauer dieser bedingtreflektorischen Änderungen verlängert sich bis 10—15 oder auch mehr Minuten, hauptsächlich in der Atmung, der Speichelsekretion und im Metabolismus.

Man kann ebenfalls gut bei den Hunden während lokomotorischen Bewegungen einen bedingten Abwehrspeichelreflex, sowie einen bedingten Abwehrflexorreflex auf elektrischen Hautreiz ausarbeiten. Aus dem Dokumentationsmaterial, der im Vortrag benützt wurde (originelle Kimogramme und Film) werden zur Illustration die Registrationen des tatsächlichen und des bedingtreflektorischen, resp. „Scheinlaufes“ angeführt (Abb. Nr 1).

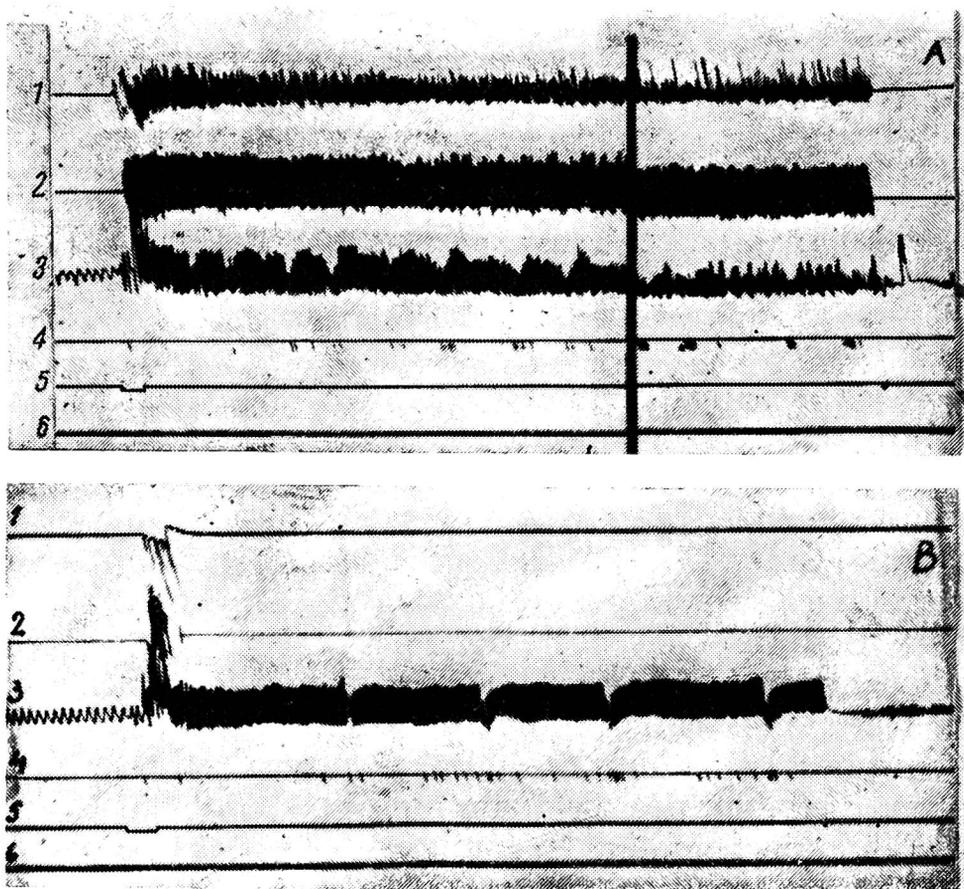


Abb. Nr 1. Registration: A — des tatsächlichen, und B — des bedingtreflektorischen, bzw. „Scheinlaufes“ auf der Tretbahn. Kurven: 1 — Aktogramm der vorderen Beine, 2 — Aktogramm der hinteren Beine, 3 — Pneumogramm, 4 — Salivation aus der Glandula Parotis in Tropfen, 5 — Signal, auf welchem die Einschaltung und die Unterbrechung der Umdrehungen bezeichnet sind, 6 — Zeit in Sekunden.

Tatsächlicher Lauf — A ist durch eine polypnoische Atmung und eine typische polypnoische Speichelsekretion begleitet. Beim Scheinlauf — B steht der Hund auf einem unbeweglichen Brett, welches so über der Tretbahn gelegen ist, dass sich diese frei drehen kann. Ausser der anfänglichen lokomotorischen Bewegungen mit den vorderen und hinteren Beinen ist eine deutliche bedingtreflektorische polypnoische Atmung zu sehen, die durch kurzdauernde Pausen, während welchen sich das Maximum der polypnoischen Speichelsekretion bildet, unterbrochen wird.

Es ist einigen Autoren (*Olnianska*) gelungen auch bei Menschen ausgeprägte bedingte Respirations und Metabolische Reflexe auf den Übergang von einem Ruhezustand in eine Muskelaktivität auszuarbeiten. Die bedingtreflektorische Erhöhung des Minutenvolumens der Atmung und die Erhöhung des Sauerstoffverbrauches überstieg bei diesen Versuchen die Ruhewerte um 100% bis 150%. Wir haben deshalb erwartet, dass es möglich wäre ebenfalls bei den Menschen ähnliche bedingtreflektorische Änderungen auch während der Muskelaktivität auszuarbeiten.

Experimente, bei denen wir (*Antal, Sedlák, Hájek*) bei 28 Menschen den Übergang von einer kleinen bis zur anstrengenden Arbeit als bedingten Reflex auszuarbeiten versuchten, zeigten, dass die bedingtreflektorische Tätigkeit beim Menschen einen anderen, spezifischen Charakter aufweist (Abb. Nr 2).

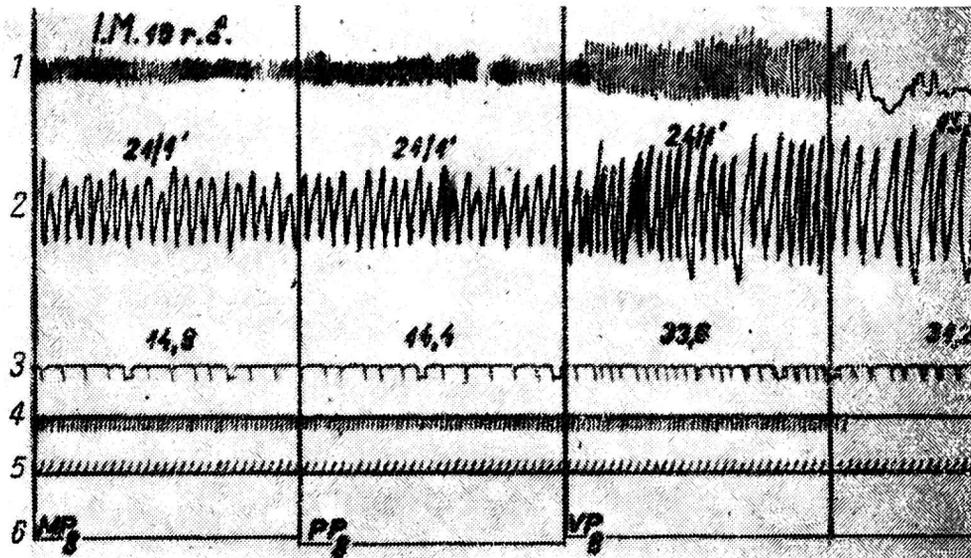


Abb. Nr 2. Registration eines Experimentes, in welchem man am Menschen mittels einer Fahrradergometermethodik die Wirkung des isolierten bedingtreflektorischen Reizes, der die Erhöhung der physischen Arbeit signalisiert, versuchte.

Kurven: 1 — Aktogramm des Rumpfes, 2 — Pneumogramm, 3 — Atmungsvolumen in Litern, 4 — Umdrehungen des Ergometers, 5 — Zeit (2 Sekunden), 6 — Signal zum Bezeichnen der bedingten und unbedingten Reize. Die Versuchsperson dreht mit regelmässiger Geschwindigkeit den Ergometer — sie übt eine mässige Arbeit aus. Beim PP — wurde der isolierte bedingte Reiz auf die Dauer von 1 Minute angewendet — als Signal einer 8-fach grösseren Arbeit. VP — bezeichnet den Anfang der Wirkung von unbedingtem Reiz — die Erhöhung des Ergometerwiderstandes — anstrengende Arbeit. Weder im Respirationsvolumen, noch in der Motorik der Atmung sind wesentliche Änderungen eingetreten, nur in Aktogramm zeigt sich eine mässige Erhöhung der Rumpfbewegungen zu Beginn der Wirkung des bedingten Reflexes.

Zusammenfassend erwiesen die Experimente, dass zwar beim Menschen leicht bedingtreflektorische Verbindungen, ebenfalls während der Tätigkeit der Muskelbewegungen entstehen, jedoch werden diese Verbindungen schnell gehemmt. Deshalb kommen die geprüften bedingten Reflexe auf die Erhöhung der Atmungsmotorik, auf die Erhöhung des Atmungsminutenvolumens, auf die Erhöhung des Sauerstoffverbrauches und der Kohlensäureausscheidung, sowie auf die Erhöhung der Bewegungen der unteren Gliedmassen und des Rumpfes zum Vorschein nur bei den ersten Applikationen des isolierten bedingten Reizes, oder bei Versuchen mit einer Enthemmung. Diese Reflexe sind aber sehr unstedt, kurzdauernd, sie übersteigen die Ausgangswerte nicht über 15%—20% und sind mehr ausgeprägt in den motorischen Funktionen als im Respirationsmetabolismus, wo sie sich statistisch als unsignifikant erwiesen.

Man kann aus den Experimenten schliessen, dass die bedingten Reize, die die Muskelarbeit signalisieren beim Menschen keine langdauernde,

intensive Änderungen sondern nur kurzdauernde Bereitschaftsreaktionen zur Erhöhung der körperlichen Anstrengung hervorrufen. Diese Absonderung von dem Verlauf ähnlicher Reflexe bei Tieren kann der eindeutigen Überlegenheit des zweiten Signalsystems und ihrem spezifischen korrigierend Einfluss auf den Verlauf der Reflexe im Rahmen des ersten Signalsystems zugeschrieben werden.

Otrzymano dnia 22.I.1958 r.