

31. M. BOCCACCI, Giuseppina NATALIZI e S. BETTINI. — **Differenze di comportamento nella risposta al piruvato dei muscoli di vertebrato e di insetto intossicati con acido iodoacetico.**

Riassunto. — Gli AA. hanno studiato l'azione del piruvato sul muscolo intossicato con acido iodoacetico. Essi hanno osservato che, come già dimostrato da altri autori, nel caso dei vertebrati (intestino tenue di coniglio e di cavia) il piruvato ripristina la motilità e la stimolabilità dell'intestino isolato. Si è notato che il piruvato non ha invece nessun effetto evidente negli insetti (intestino e muscolo scheletrico di *Periplaneta americana* ed intestino di *Cybister lateralimarginalis*). Gli AA. ritengono che la risposta negativa del muscolo di insetto non sia dovuta a differenze nel metabolismo intermedio dei carboidrati fra muscoli di vertebrato e muscoli di insetto, bensì alla lesione, da parte dell'acido iodoacetico (usato negli insetti ad alte concentrazioni o per un tempo prolungato) di altri meccanismi enzimatici necessari per l'utilizzazione del piruvato, oppure a differenze nella permeabilità al piruvato fra il tessuto muscolare di vertebrato e di insetto.

Résumé. — Les auteurs ont étudié l'action du pyruvate sur le muscle intoxiqué par l'acide iodoacétique. Ils ont observé, ce qui a aussi été démontré par d'autres auteurs, que dans le cas des vertébrés (intestin grêle de lapin et de cobayes) le pyruvate rétablit la motilité et l'excitabilité de l'intestin isolé. On a remarqué que le pyruvate n'a aucun effet évident chez les insectes (intestin et muscle du squelette de *Periplaneta americana* et intestin de *Cybister lateralimarginalis*). Les auteurs pensent que ce n'est pas à cause de différences dans le métabolisme intermédiaire des carbohydrates entre les muscles de vertébré et les muscles d'insecte que le pyruvate n'a pas d'action sur le muscle d'insecte, mais que l'acide iodoacétique (employé, chez les insectes, à haute concentration ou pendant un temps prolongé) provoque une lésion sur d'autres mécanismes enzymatiques nécessaires à l'utilisation du pyruvate, ou que des différences existent en ce qui concerne la perméabilité au pyruvate, entre les tissus musculaires de vertébré et d'insecte.

Summary. — The action of pyruvate has been studied on muscle poisoned with iodoacetate. As other authors have shown, it was found that pyruvate restored the motility and sensitivity of vertebrate muscle (the isolated small intestine of rabbit and guinea-pig). However pyruvate had no demonstrable effect with insect tissues (intestine and skeletal muscle of *Periplaneta americana* and intestine of *Cybister lateralimarginalis*). The authors believe that the lack of response with

insect muscle is not due to a difference in intermediary carbohydrate metabolism from that of vertebrate muscle, but rather to the blockage by iodoacetate (used in insects at high concentrations or for long periods) of other enzymic reactions necessary for the utilisation of pyruvate or else to a difference in the permeability, to pyruvate between insect and vertebrate muscle.

Zusammenfassung. — Die Autoren haben die Wirkung des Benztraubensäuresalzes in dem mit Jodessigsäure vergifteten Muskel studiert. Sie haben beobachtet, dass, wie schon andere Autoren gezeigt haben, im Falle der Wirbeltiere, (Dünndarm des Hases und des Meerschweinchens) das Benztraubensäuresalz die Bewegung und die Reizbarkeit des isolierten Darms wiederherstellt. Es wurde bemerkt, dass das Benztraubensäuresalz offenbar überhaupt keine Wirkung auf die Insekten hat. (Darm und Muskelskelett des *Periplaneta americana* und Darm des *Cybister Lateralimarginalis*). Die Autoren glauben, dass die negative Antwort des Insektenmuskels nicht von dem Unterschieden des dazwischenliegenden Metabolismus der Kohlenhydrate zwischen den Muskeln der Wirbeltiere und den Muskeln der Insekten kommt, aber von der Beschädigung durch die Jodessigsäure (in den Insekten mit hoher Konzentration gebraucht oder auf lange Zeit verlängert) der anderen Enzymmechanismen, die nötig sind für die Verwertung des Benztraubensäuresalzes, oder auch durch die Unterschiede der Durchlässigkeit des Benztraubensäuresalzes zwischen dem Muskelgewebe des Wirbeltieres und des Insektes.

PRASAD ⁽¹⁾ nel 1935 osservava che le contrazioni spontanee del colon di gatto in aerobiosi, diminuite in ampiezza in seguito alla azione dell'acido iodoacetico, riprendono con l'aggiunta di piruvato, ma notava che tale ripresa non è completa.

GRIMLUND ⁽²⁾ nel 1936 osservava che l'aggiunta di acido lattico al muscolo cardiaco trattato con acido monobromoacetico, e di acido lattico o piruvico al muscolo sartorio di rana parimenti intossicato, determina maggior lavoro muscolare. In seguito all'aggiunta di tali sostanze anche la respirazione del muscolo intatto, o del suo omogenato, è aumentata. Sul sartorio di rana intatto gli acidi succinico, fumarico, e glicerofosforico sono invece inefficaci, il che, secondo l'autore, denota che il muscolo è impermeabile a tali sostanze. Infatti tale muscolo intossicato con acido iodoacetico e trattato poi con « Nadelstampel » riprende la sua funzionalità con il succinato, fumarato e glicerofosfato.

FOÀ e FORNAROLI ⁽³⁾ (1938) e FORNAROLI e FOÀ ⁽⁴⁾ (1938) confrontando sui due muscoli gastrocnemi di rana il lavoro che può svolgere un mu-

scolo intossicato con acido iodoacetico rispetto al suo simmetrico pure intossicato ma avente a disposizione una sostanza del metabolismo intermedio dei glucidi, notavano che fra varie sostanze provate solo il piruvato ed il metilgliossale aumentano la capacità di lavoro del muscolo intossicato quando è in aerobiosi. Basandosi sul fatto che tale fenomeno non avviene in condizioni di anaerobiosi, gli AA. deducevano essere i prodotti che derivano dal metabolismo ossidativo del piruvato i soli responsabili dell'aumentata capacità di lavoro e della mancanza di contrattura del muscolo.

FELDBERG ⁽⁵⁾ nel 1943 notava che l'intestino di coniglio, lasciato in soluzione di Tyrode priva di glucosio, per un'ora, fino a quando cioè la muscolatura longitudinale è ben rilasciata e l'ampiezza delle contrazioni ritmiche è molto ridotta, risponde con una forte contrazione sia al glucosio che al piruvato. Se si aggiunge acido iodoacetico alla concentrazione di 1:2.000-1:5.000 e dopo 6 minuti si lava l'intestino, il solo piruvato riesce (dopo 18 minuti dal lavaggio dell'acido iodoacetico) a stimolare notevolmente la muscolatura longitudinale, mentre il glucosio non provoca più alcuna risposta da parte dell'intestino.

L'effetto contratturante degli acidi monoalogenoacetici (escluso l'acido fluoroacetico che ha tutt'altro meccanismo di azione tossica) e di altre sostanze (denominate da Bacq « thioloпрives ») che si manifesta con una riduzione progressiva dell'ampiezza delle risposte e dell'efficacia degli stimoli e con un deficit crescente, irreversibile, della decontrazione (effetto Lundsgaard), veniva descritto anche per i muscoli degli invertebrati da GODEAUX ⁽⁶⁾ (1948), (e per gli insetti in particolare su adulti di *Dytiscus marginalis* in toto e sui muscoli addominali delle larve di *Oryctes nasicornis*).

In un nostro precedente lavoro [NATALIZI, BETTINI, BOCCACCI 1957 ⁽⁷⁾] veniva accertato che l'acido iodoacetico determina la contrattura irreversibile della muscolatura dell'intestino anteriore isolato di *Periplaneta americana* e di *Cybister lateralimarginalis*.

Poichè il metabolismo muscolare glicidico negli insetti, secondo le più recenti vedute ^(11, 12), non differirebbe sostanzialmente da quello dei vertebrati, abbiamo inteso, con la presente ricerca, accertare se il muscolo di insetto intossicato con acido iodoacetico è capace di utilizzare, come quello di vertebrato, prodotti del metabolismo glicidico che stiano a valle del punto su cui agisce l'acido iodoacetico [BETTINI-BOCCACCI 1956 ⁽⁸⁾].

Per avere la possibilità di un confronto diretto con i vertebrati abbiamo voluto ripetere gli esperimenti sull'intestino di coniglio e di cavia in aerobiosi.

Abbiamo impiegato il piruvato di sodio che, tra le sostanze even-

tualmente utilizzabili dal muscolo intossicato con acido iodoacetico, ci è sembrato essere quella che avrebbe potuto darci indicazioni più significative.

PARTE SPERIMENTALE

Materiale biologico. - Intestino anteriore di *Periplaneta americana* L. e di *Cybister lateralimarginalis* De Geer.

Muscoli estensori del trocantere di *P. americana*, 135 a e b secondo CARBONELL (⁹). (1947).

Intestino di coniglio e di cavia: tratto del tenue.

Soluzioni fisiologiche. - Levy (1928): 9g NaCl, 0,7g KCl, 0,46g CaCl₂, 0,16g NaHCO₃, 0,01g NaH₂PO₄ per litro; pH 7,4. (1g/l. di glucosio è stato aggiunto nelle prove sul muscolo scheletrico di *P. Americana*).

Pringle (1938) tamponata secondo Roeder (1948): 9g NaCl, 0,2g KCl, 0,2g CaCl₂, 4g glucosio per litro, e Na₂HPO₄ sino a pH 7,2.

Yeager (1939): 10,93g NaCl, 1,57g KCl, 0,85g CaCl₂, 0,17g MgCl₂ per litro; portata a pH 7,4.

Webster: 9g NaCl, 0,2g KCl, 0,2g CaCl₂, 0,1g MgCl₂ per litro; portata a pH 7,4.

Tyrode priva di glucosio: 9g NaCl, 0,2g KCl, 0,1g CaCl₂, 1g NaHCO₃, 0,1g MgCl₂, 0,05g NaH₂PO₄ per litro; portata a pH 7,4.

Metodi. - Le prove sull'intestino di vertebrato sono state condotte in soluzione fisiologica aereata, mantenuta a 37°C. Le prove sull'intestino e sul muscolo scheletrico di insetto sono state condotte in soluzione fisiologica aereata, a temperatura ambiente (circa 20°).

La tecnica di registrazione usata è quella già descritta in un nostro precedente lavoro [NATALIZI, BETTINI, BOCCACCI 1957 (⁷)].

Per le prove con il muscolo scheletrico di *P. americana*, che comportano stimolazione elettrica, l'apparecchiatura e la tecnica di preparazione sono quelle descritte in un altro nostro lavoro [BETTINI, NATALIZI, BOCCACCI (¹⁰)].

COMPORTAMENTO DELL'INTESTINO DI CONIGLIO.

1) L'intestino di coniglio viene lasciato per un'ora in soluzione fisiologica Tyrode priva di glucosio, aereata, a 37°. Dopo tale periodo di tempo si nota una sensibile diminuzione di ampiezza delle contrazioni spontanee. Se si aggiunge alla soluzione sia glucosio (*) alla concentra-

(*) Il glucosio, il piruvato, il BaCl₂ e l'acido iodoacetico (quest'ultimo dopo neutralizzazione con NaOH) sono stati sciolti nelle differenti soluzioni fisiologiche usate.

zione di 1:1.500 che piruvato (1:25.000), si ottengono forti contrazioni. Dopo aver fatto agire sul preparato acido iodoacetico (1:5.000) per 6 minuti, non si ottiene più alcuna risposta al glucosio mentre il piruvato è ancora capace di stimolare l'intestino e di provocare contrazioni della stessa ampiezza di quelle ottenute prima della aggiunta di acido iodoacetico (Fig. 1).

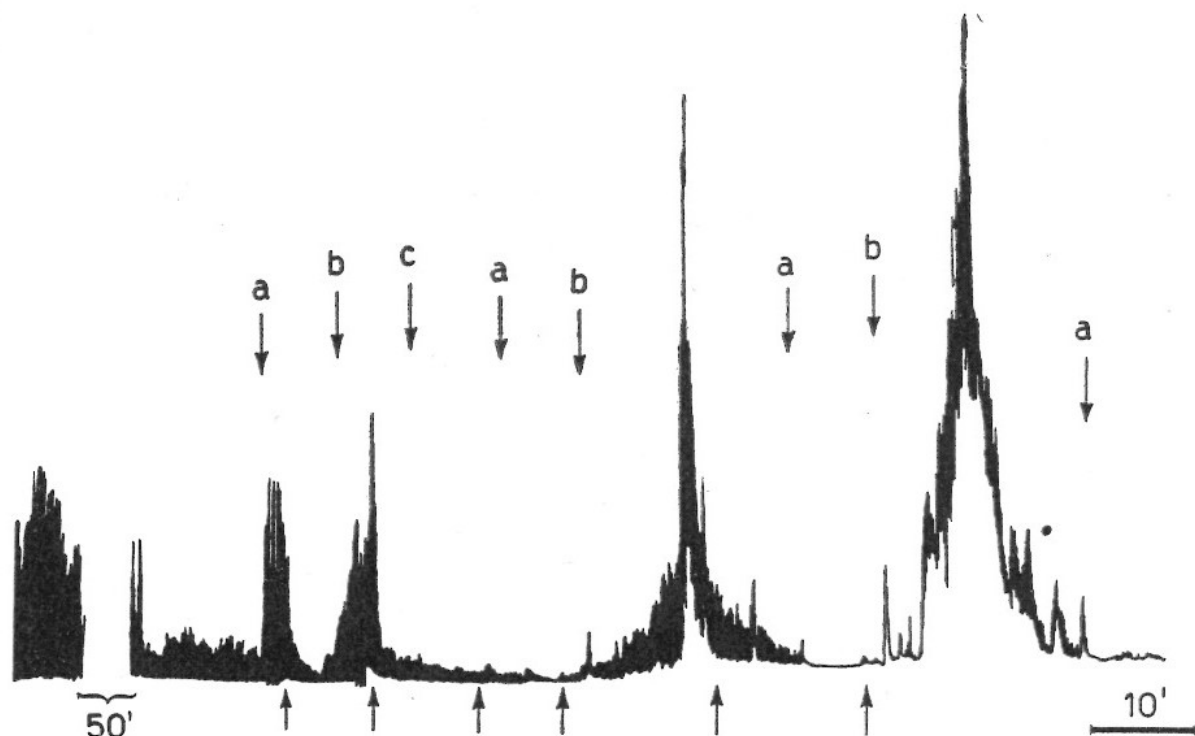


Fig. 1. - Azione del glucosio e del piruvato sulla motilità spontanea di un tratto isolato del tenue di coniglio prima e dopo la aggiunta al bagno di acido iodoacetico. Glucosio 1:1.500 (↓ a); piruvato 1:25.000 (↓ b); acido iodoacetico 1:5.000 (↓ c); lavaggi con soluzione fisiologica (↑).

In tutte le prove effettuate sull'intestino di coniglio si è osservato che in seguito all'azione dell'acido iodoacetico, non si ottiene mai un rilevabile innalzamento di tono. Tuttavia è da notare che l'organo isolato così trattato presenta un aspetto a rosario, il che denota un notevole stato di contrattura della muscolatura trasversa. Non è stato possibile ottenere un aumento di tono dell'intestino neanche in seguito alla azione prolungata (4 ore) dell'acido iodoacetico.

COMPORTAMENTO DELL'INTESTINO DI CAVIA.

L'intestino di cavia posto in soluzione fisiologica di Webster a 37°C non presenta evidenti contrazioni spontanee. Su tale preparato il BaCl₂ alla concentrazione di 1:25.000 determina forti contrazioni (Fig. 2). Dopo aver fatto agire acido iodoacetico (1:5.000) per 6 minuti, ulteriori sti-

molazioni con BaCl_2 determinano risposte decrescenti fino alla loro scomparsa.

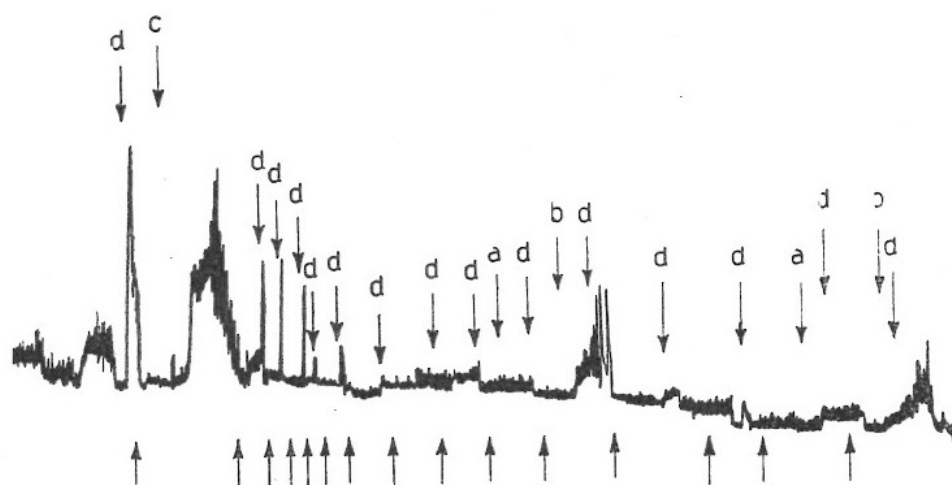


Fig. 2. - Azione del glucosio e del piruvato sulle contrazioni provocate dal BaCl_2 in un tratto isolato del tenue di cavia dopo l'aggiunta al bagno di acido iodoacetico. BaCl_2 1:25.000 ($\downarrow d$); acido iodoacetico 1:5.000 ($\downarrow c$); glucosio 1:1.500 ($\downarrow a$); piruvato 1:25.000 ($\downarrow b$); lavaggi con soluzione fisiologica ($\uparrow$).

Se a questo punto si aggiunge glucosio (1:1.500) non si ottiene alcuna risposta, mentre con il piruvato (1:25.000), si nota che l'intestino risponde di nuovo al BaCl_2 .

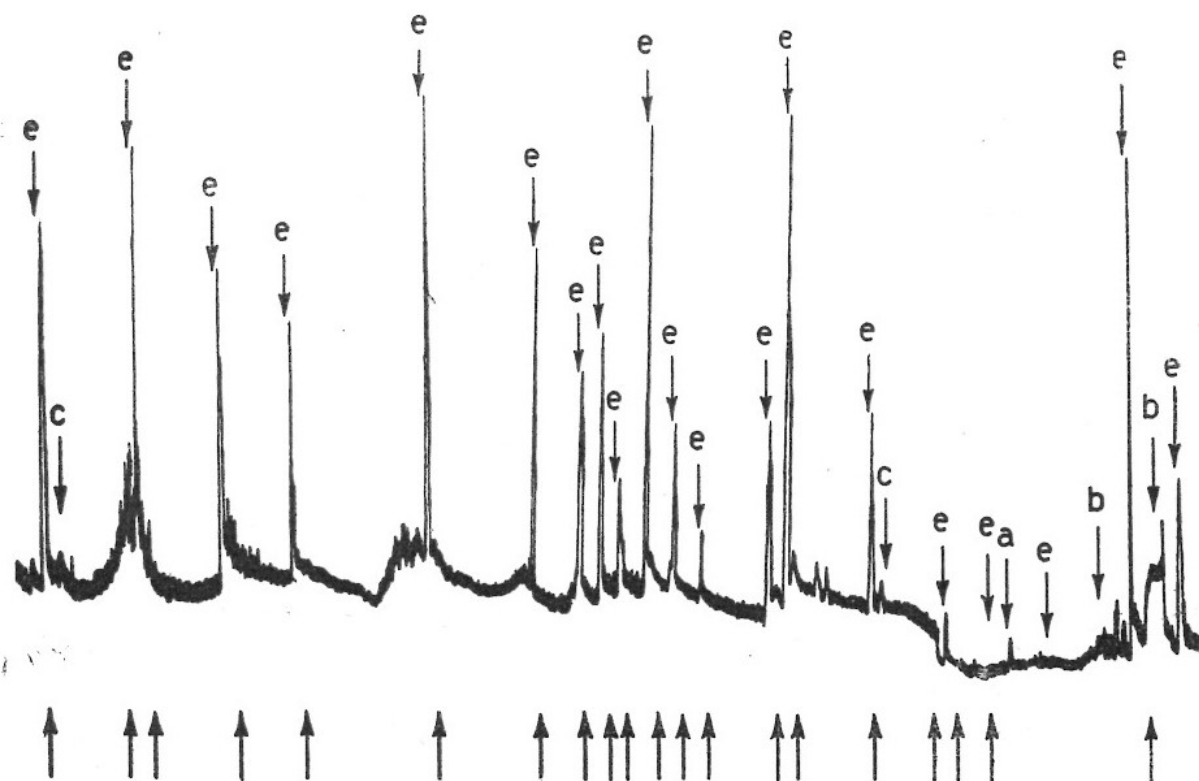


Fig. 3. - Azione del glucosio e del piruvato sulle contrazioni provocate dall'acetilcolina in un tratto isolato del tenue di cavia dopo l'aggiunta al bagno di acido iodoacetico. Acetilcolina 10^{-7} g/cm³ ($\downarrow e$); acido iodoacetico 1:5.000 ($\downarrow c$); glucosio 1:1.500 ($\downarrow a$); piruvato 1:25.000 ($\downarrow b$); lavaggi con soluzione fisiologica ($\uparrow$).

Altre prove (Fig. 3) in cui è stata impiegata acetilcolina (10^{-7} g/cm³) in luogo del BaCl₂, hanno dato risultati analoghi: l'intestino intossicato da acido iodoacetico risponde alle sostanze contratturanti in presenza di piruvato e non in presenza di glucosio.

Come già notato per l'intestino di coniglio, anche l'intestino di cavia non presenta innalzamento di tono in seguito all'azione contratturante dell'acido iodoacetico e mostra il caratteristico aspetto a rosario.

COMPORTAMENTO DELL'INTESTINO DI DITISCO.

Era nostra intenzione osservare sull'intestino di *Cybister latera imarginalis* l'azione del piruvato usando lo stesso metodo già provato per l'intestino « esausto » (*) di coniglio poichè l'intestino di ditisco come quello di coniglio, presenta contrazioni spontanee ampie e frequenti. Ma ciò non è stato possibile in quanto l'intestino « esausto » di ditisco non dà più alcuna risposta né al glucosio né al piruvato, il che può dipendere dal fatto che per ottenere la cessazione delle contrazioni spontanee occorre mantenere l'intestino di ditisco nella soluzione fisiologica aereata e priva di glucosio per oltre 12 ore (per l'intestino di coniglio è sufficiente un'ora). Le prove sono state perciò eseguite sull'intestino a breve tempo dalla preparazione quando esso è ancora perfettamente funzionante e provvisto di contrazioni spontanee. Si è usata la soluzione fisiologica Lévy.

1) L'intestino viene lasciato (Fig. 4) a contatto con acido iodoacetico alla concentrazione di 1:10.000 per 30 minuti circa e poi lavato con soluzione fisiologica. Dopo 30 minuti circa dal lavaggio si nota una notevole diminuzione dell'ampiezza delle contrazioni spontanee che però tornano ad essere normali, anche se meno frequenti, quando si aggiunge al bagno BaCl₂ (1:750). Dopo 3 ore circa dal momento in cui si è aggiunto al bagno acido iodoacetico le contrazioni spontanee sono del tutto scomparse e si comincia a notare un innalzamento di tono. A questo punto anche l'effetto del BaCl₂ è meno evidente. Se si aggiunge piruvato (1:1.000) (**) (il muscolo è ormai chiaramente contratturato) non si nota né una ripresa delle contrazioni spontanee né un abbassamento del tono; neanche facendo agire il BaCl₂ insieme al piruvato si ottiene alcun ef-

(*) Considerando per « esausto », secondo quanto suggerito da Feldberg, l'intestino quando non presenta più contrazioni spontanee o quando queste siano notevolmente diminuite di ampiezza.

(**) Si è usata una così alta concentrazione di piruvato perchè in prove preliminari si era notato che la concentrazione di 1:25.000 già impiegata per l'intestino di vertebrato, non induceva alcuna risposta. Non si è potuto usare una concentrazione ancora maggiore perchè il piruvato ad alte concentrazioni ha azione di per sé contratturante.

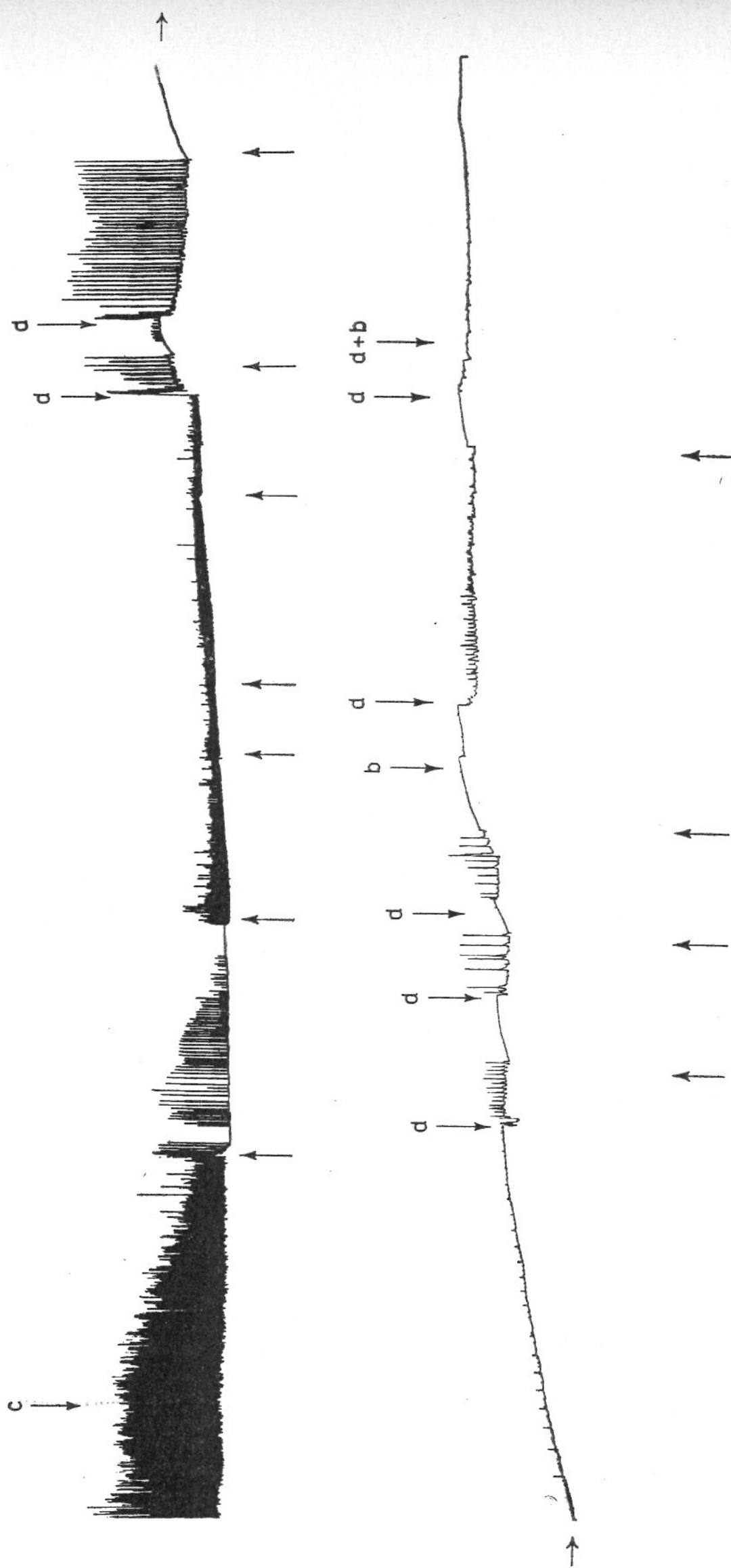


Fig. 4. - Azione del piruvato sulla motilità spontanea e sulle contrazioni da BaCl_2 dell'intestino anteriore isolato di *Cybister lateralmarginalis* dopo l'aggiunta al bagno di acido iodoacetico. Acido iodoacetico 1:10.000 ($\blacktriangledown$ c); BaCl_2 1:750 ($\blacktriangledown$ d); piruvato 1:1.000 ($\blacktriangledown$ b); lavaggi con soluzione fisiologica ($\blacktriangledown$).

fetto. E' da notare che nel corso della prova effettuata sono trascorse ben 5 ore dal momento in cui l'intestino è stato messo a contatto con acido iodoacetico al momento in cui la contrattura è divenuta evidente e si è tentato il ripristino della sua funzionalità con l'aggiunta di piruvato.

2) In una prova successiva (Fig. 5) si è lasciato l'acido iodoacetico (1:10.000) a contatto con l'intestino per tutto il tempo dell'esperienza. In tal caso si nota che dopo circa 50 minuti si ha una notevole diminuzione dell'ampiezza delle contrazioni spontanee ed ha inizio l'innalza-

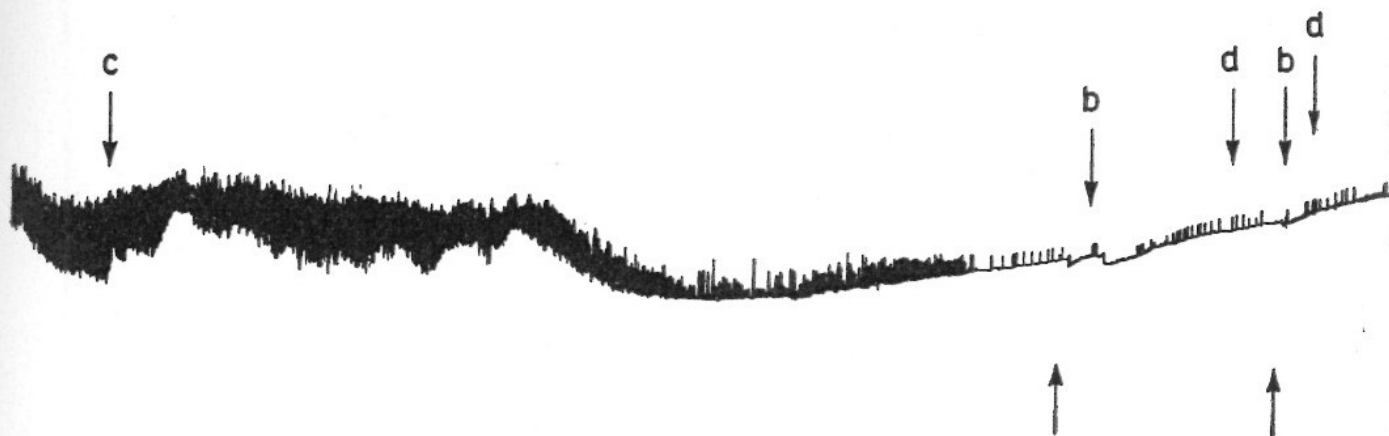


Fig. 5. - Azione del piruvato sull'intestino anteriore isolato di *Cybister lateralimarginalis* dopo l'aggiunta al bagno di acido iodoacetico. Acido iodoacetico 1:10.000 ($\downarrow c$); piruvato 1:1.000 ($\downarrow b$); $BaCl_2$ 1:750 ($\downarrow d$); lavaggi con soluzione fisiologica ($\uparrow$).

mento di tono. Trascorsi altri 40 minuti le contrazioni spontanee scompaiono. Il piruvato (1:1.000) aggiunto a questo punto non ha alcun effetto né sulla motilità spontanea né sul tono dell'intestino di ditisco anche se in presenza di $BaCl_2$.

3) In altra prova (Fig. 6) l'intestino è stato messo a contatto con acido iodoacetico (1:10.000) e piruvato (1:1.000) insieme. Le due sostanze sono state lasciate a contatto con l'intestino per tutto il tempo della esperienza. Dopo circa 40 minuti si ha la cessazione delle contrazioni spontanee e dopo circa 60 minuti l'inizio della contrattura. Dopo 2 ore e 30 minuti il muscolo è chiaramente contratto e non risponde più neanche al $BaCl_2$. La presenza quindi del piruvato non ha per nulla modificato la risposta dell'intestino alla intossicazione da acido iodoacetico.

L'intestino di ditisco a differenza dell'intestino di coniglio e di cavia mostra in seguito all'azione dell'acido iodoacetico, dopo la cessazione delle contrazioni spontanee, un netto e progressivo aumento di tono (Fig. 7).



Fig. 6. - Azione del piruvato, aggiunto al bagno contemporaneamente all'acido iodoacetico, sull'intestino anteriore isolato di *Cybister lateralmarginalis*. Acido iodoacetico 1:10.000 + piruvato 1:1.000 (↕ c + b); BaCl₂ 4:750 (↕ d).

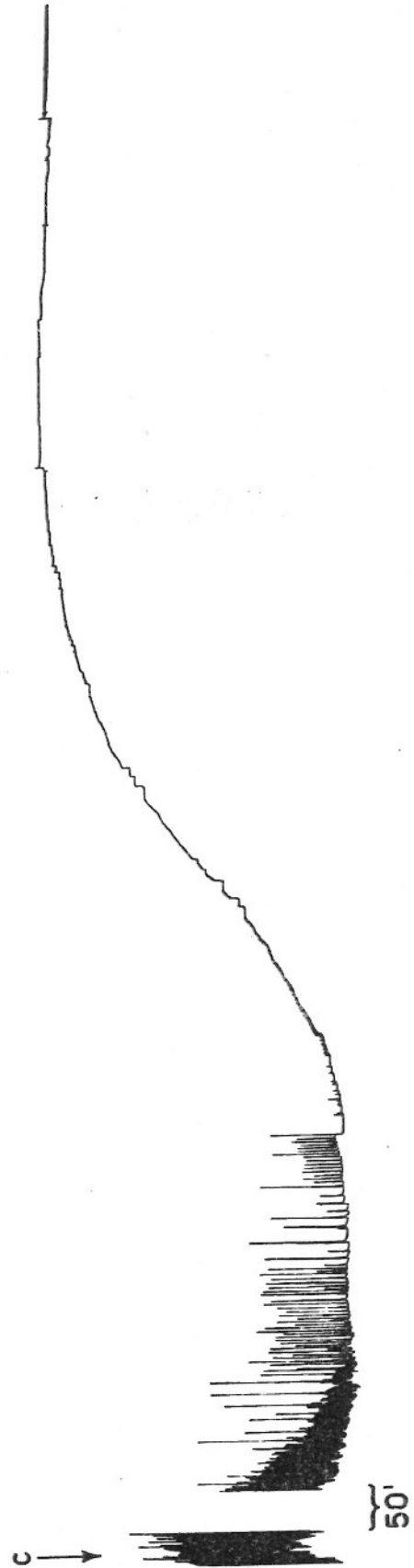


Fig. 7. - Azione dell'acido iodoacetico sull'intestino anteriore isolato di *Cybister lateralmarginalis*. Acido iodoacetico 1:10.000 (↕ c).

COMPORTAMENTO DELL'INTESTINO DI BLATTA.

L'intestino anteriore di *P. americana*, nelle nostre condizioni di esperimento, non presenta contrazioni spontanee, o ne presenta raramente. Si sono usate le soluzioni fisiologiche di Lévy e di Yeager.

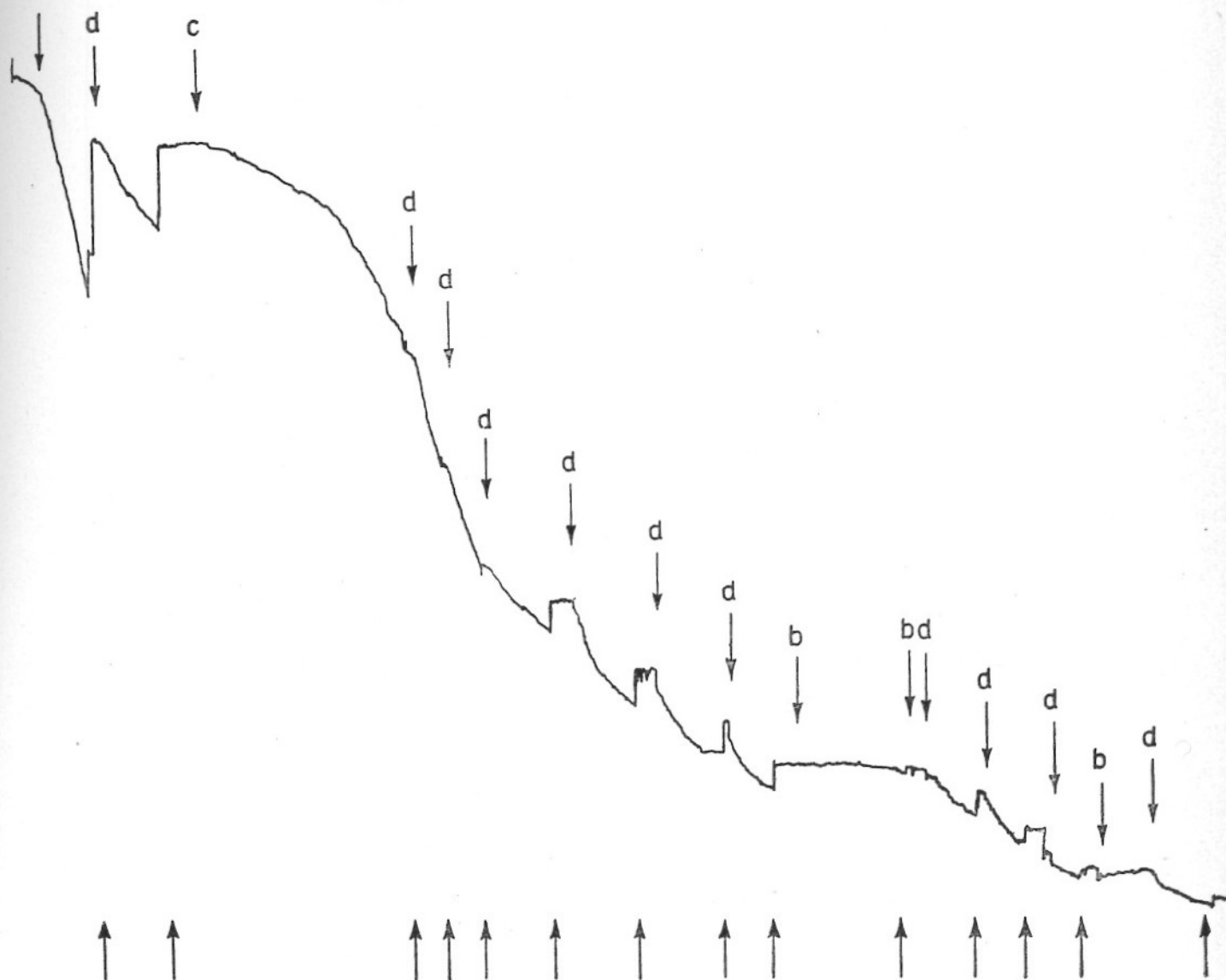


Fig. 8. - Azione del piruvato sulle contrazioni provocate dal BaCl_2 sull'intestino anteriore isolato di *Periplaneta americana* dopo l'aggiunta al bagno di acido iodoacetico. Acido iodoacetico 1:5.000 ($\downarrow c$); BaCl_2 1:750 ($\downarrow d$); piruvato 1:5.000 ($\downarrow b$); lavaggi con soluzione fisiologica ($\uparrow$).

Come abbiamo riportato in un nostro precedente lavoro (7) l'intestino anteriore risponde con un abbassamento di tono all'azione delle sostanze contratturanti (KCl , BaCl_2 e acetilcolina). Tale fenomeno paradossico è stato da noi considerato come la risultante di uno stato di contrazione dei vari muscoli (difatti in seguito all'azione dell'acido iodoacetico, sostanza no-

toriamente contratturante, si determina una elongazione irreversibile dell'intestino anteriore di blatta).

L'intestino di blatta dopo contatto con acido iodoacetico (Fig. 8) alla concentrazione di 1:5.000 per 20 minuti, presenta un netto abbassamento di tono. Stimolazioni ripetute con BaCl_2 (1:750) determinano un ulte-

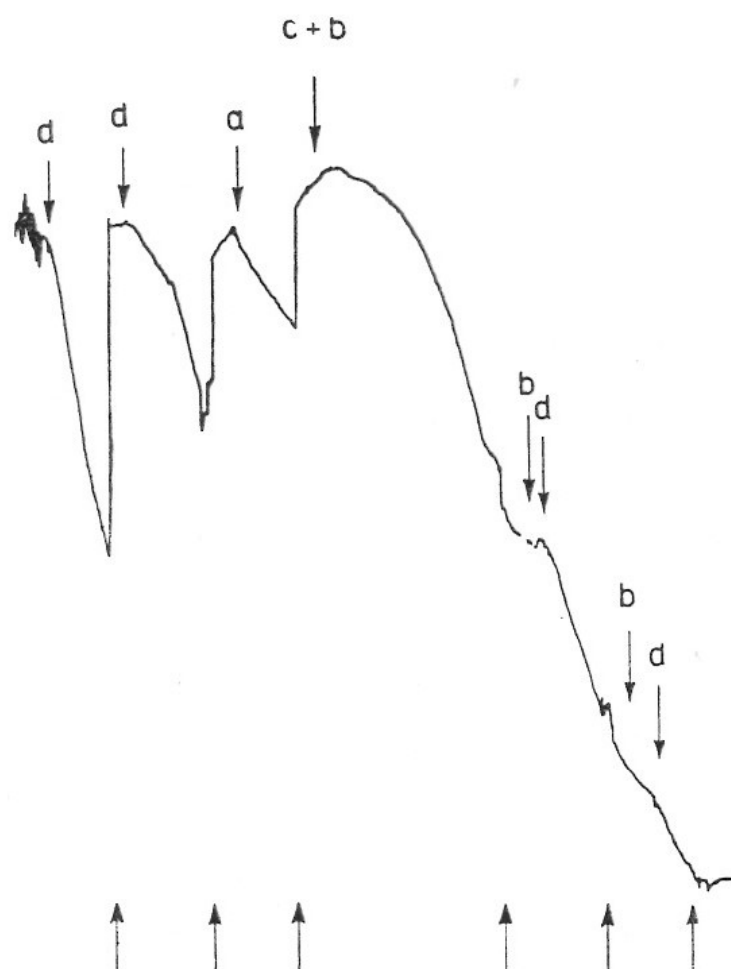


Fig. 9. - Azione del piruvato, aggiunto al bagno contemporaneamente all'acido iodoacetico, sull'intestino anteriore isolato di *Periplaneta americana*. BaCl_2 1:750 ($\downarrow d$); acido iodoacetico 1:5.000 + piruvato 1:5.000 ($\downarrow c + b$); lavaggi con soluzione fisiologica ($\uparrow$).

riore progressivo abbassamento di tono che non è reversibile in seguito al lavaggio. L'aggiunta di piruvato (1:5.000) non modifica né il tono né la risposta dell'intestino agli stimoli con BaCl_2 (1:750).

Qualora si aggiunga all'intestino di blatta (Fig. 9) acido iodoacetico insieme a piruvato alle concentrazioni usate nella precedente prova, non si notano differenze nell'andamento della contrattura rispetto a quanto osservato in seguito all'azione del solo acido iodoacetico.

COMPORTAMENTO DEL MUSCOLO SCHELETRICO ISOLATO DI BLATTA.

Al fine di paragonare il comportamento del muscolo scheletrico di vertebrato (sartorio di rana secondo FOÀ e FORNAROLI) con quello del muscolo scheletrico di insetto, ci siamo serviti di preparati allestiti secondo la



Fig. 10. - Azione dell'acido iodoacetico sul muscolo estensore del trocantere di *Periplaneta americana* isolato, stimolato elettricamente. Acido iodoacetico 1:5.000 (↓ c).

tecnica descritta in un altro nostro lavoro (¹⁰). Tale preparato è costituito dal muscolo 135 (branche a, b), secondo CARBONELL (⁹) (1947), estensore del femore della zampa metatoracica di *P. americana*; la stimolazione

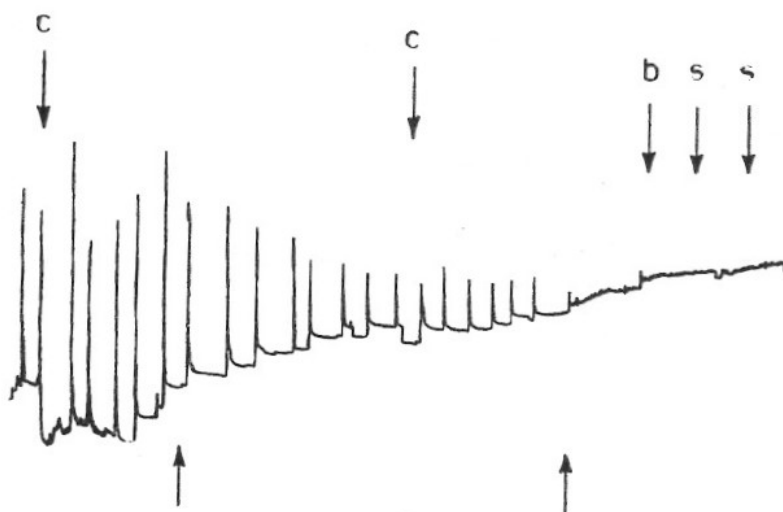


Fig. 11. - Azione del piruvato sul muscolo estensore del trocantere di *Periplaneta americana* isolato, stimolato elettricamente, dopo l'aggiunta al bagno di acido iodoacetico. Acido iodoacetico 1:5.000 (↓ c); piruvato 1:5.000 (↓ b); stimolo elettrico (↓ s); lavaggi con soluzione fisiologica (↑).

viene effettuata elettricamente. Le soluzioni fisiologiche usate sono quelle di Pringle tamponata secondo Roeder e di Lévy. Il muscolo reagisce allo stimolo elettrico per un periodo di almeno due ore senza mostrare diminuzione d'intensità nella risposta.

L'aggiunta di acido iodoacetico (1:5.000) determina un innalzamento progressivo del tono e una progressiva diminuzione dell'ampiezza delle contrazioni da stimolo elettrico del muscolo scheletrico di blatta fino a completa scomparsa della risposta stessa (Fig. 10). A tal punto ha inizio la contrattura, che si manifesta con un progressivo innalzamento del tono.

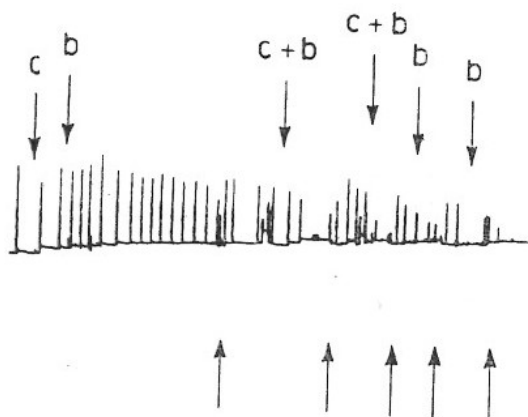


Fig. 12. - Azione del piruvato aggiunto al bagno contemporaneamente all'acido iodoacetico sul muscolo estensore del trocantere di *Periplaneta americana* isolato, stimolato elettricamente. Acido iodoacetico 1:5.000 ($\downarrow c$) piruvato 1:5.000 ($\downarrow b$); acido iodoacetico 1:5.000 + piruvato 1:5.000 ($\downarrow c + b$); lavaggi con soluzione fisiologica ($\uparrow$).

Se si aggiunge al bagno piruvato (1:5.000) sia dopo l'azione dell'acido iodoacetico sul muscolo (Fig. 11), che insieme all'acido iodoacetico (Fig. 12), non si osserva una ripresa della stimolabilità del muscolo. Il piruvato non ha alcuna influenza ritardante neanche sull'andamento della progressiva contrattura del preparato.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Come si può notare dai risultati delle nostre esperienze sulla muscolatura dell'intestino e sulla muscolatura scheletrica degli insetti, non è stato possibile osservare il fenomeno, già riscontrato per i vertebrati, del ripristino, ad opera del piruvato, della funzionalità del muscolo intossicato con acido iodoacetico.

Questi risultati, tuttavia, non possono portare alla conclusione che esistano differenze nel metabolismo intermedio dei carboidrati nel mu-

scolo dei vertebrati e in quello degli insetti (i recenti studi di CHEFURKA ⁽¹¹⁾ e di SACKTOR ⁽¹²⁾ stanno ad indicare che negli insetti il metabolismo glicidico è sostanzialmente identico a quello dei vertebrati). Si può invece pensare che la differenza di comportamento sia dovuta al fatto che per ottenere uno stato di contrattura nei muscoli d'insetto è necessario impiegare concentrazioni più alte di acido iodoacetico oppure fare agire questa sostanza per un tempo molto più lungo di quanto non sia necessario per il muscolo di vertebrato e che si vengano così a ledere altri meccanismi enzimatici necessari per l'utilizzazione del piruvato. Non è da escludere che le differenze di comportamento riscontrate possano anche essere dovute a diversità nella permeabilità al piruvato del tessuto muscolare di vertebrato e di insetto.

Roma — Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di Parassitologia.

BIBLIOGRAFIA

- (¹) PRASAD B. N. - J. Physiol., 85: 249 (1935).
- (²) GRIMLUND K. - Skand. Arch. Physiol., 73: 109 (1936).
- (³) FOÀ P. e FORNAROLI P. - Boll. It. Soc. Biol. Sper., 13: 664 (1938).
- (⁴) FORNAROLI P. e FOÀ P. - Boll. It. Soc. Biol. Sper., 13: 666 (1938).
- (⁵) FELDBERG W. - J. Physiol., 102: 108 (1943).
- (⁶) GODEAUX J. - Physiol. Comp. et Oecol., 1: 352 (1948).
- (⁷) NATALIZI G., BETTINI S. e BOCCACCI M. - Rend. Ist. Sup. Sanità, 20: 410 (1957).
- (⁸) BETTINI S. e BOCCACCI M. - Selected Scientific Papers from Ist. Sup. Sanità, 1: 155 (1956).
- (⁹) CARBONELL C. S. - Smithsonian Misc. Coll., 107: 1 (1947).
- (¹⁰) BETTINI S., NATALIZI G. e BOCCACCI M. - Experientia, 14: 76 (1958).
- (¹¹) CHEFURKA W. - Enzymologia, 17: 73 (1954).
- (¹²) SACKTOR B. - Biophys. and Biochem. Cytol., 1: 29 (1955).