

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIII.

1896

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME V.

2° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1896

bilità in rapporto col micelio che vive nell'interno del legno, il quale micelio è probabilmente, essendo così ben riparato, anche ibernante.

La stagione avanzata non mi ha permessa la cultura del parassita per tentare di ottenerne forme riproduttive, tali almeno da far determinare il genere e la specie fungina; come pure non mi ha permesso esperienze per tentare la riproduzione artificiale della malattia, esperienze che sono necessarie a togliere ogni dubbio sulla etiologia della malattia.

Non ostante però questa lacuna nelle mie ricerche, che mi propongo il venturo anno di render complete, la presenza costante di questo endoparassita in tutti i campioni esaminati, mi sembra fin da ora un forte argomento per ritenere che esso sia veramente la causa della malattia che produce il disseccamento dei germogli del gelso.

Fisiologia. — *Azione tossica dell'acetilene* (1). Nota del prof. UGOLINO MOSSO e del dott. FELICE OTTOLENGHI, presentata dal Socio A. MOSSO.

Il grado di tossicità dell'acetilene è tale che dobbiamo temere siano per avverarsi delle disgrazie, sebbene fino ad ora nessuno abbia riferito dei casi di morte. Non sarà difficile che l'uomo possa trovarsi in mezzo a grandi quantità di questo gas se esso, negli usi domestici, verrà adoperato sotto forma di acetilene liquido, di cui un litro può svilupparne quasi quattrocento di gas.

I lavori che esistono sulla velenosità dell'acetilene non ci parvero sufficienti per illustrare questo argomento importante di attualità. Non potendo fare delle osservazioni sull'uomo atteso il suo grado elevato di tossicità abbiamo limitato le nostre ricerche ai cani e ad altri animali. Il metodo che abbiamo seguito è il seguente.

1. Ci siamo serviti di una cassa a pareti di vetro della capacità di ottanta litri. L'acetilene proveniente da un gazometro oppure da un gazogeno attraversa un regolatore e penetra nella cassa da un'apertura praticata sul fondo. Come il gas è più leggero dell'aria si diffonde presto nell'ambiente. Allo scopo di allontanare i prodotti della respirazione, abbiamo stabilito nell'interno della cassa una corrente d'aria servendoci di una pompa aspirante messa in comunicazione, per mezzo di un tubo, col coperchio della cassa. Altre volte abbiamo fatto arrivare contemporaneamente da due diversi gazometri aria e gas in volumi determinati. Un contatore misura in centimetri cubici la mescolanza di gas ed aria che attraversa la cassa.

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Farmacologia della R. Università di Genova.

Riferiamo un'esperienza la quale dimostra che un cane tenuto in un ambiente dove penetra gas acetilene, muore molto più presto che non tenendolo chiuso nel medesimo ambiente con aria semplice per provocare l'asfissia.

Esp. 1.^a Si introduce nella cassa un cane del peso di 7000 g. e dopo due minuti incomincia ad arrivare l'acetilene: passa un litro di gas al minuto. Una quantità corrispondente di gas ed aria esce dall'apertura superiore che resta aperta. A 35 minuti il cane dà segni di soffrire, si lecca e si mostra irrequieto. Il numero delle respirazioni, che erano prima 18 al minuto, sono ora 30 ed irregolari. Poco dopo l'animale non si regge bene, barcolla e si sdraia. Dopo 42' fa 44 respirazioni al minuto profonde e difficili. Dopo 45' R = 106, il massimo di frequenza respiratoria osservata durante l'esperimento. Dopo 50' R = 102, dopo 55' R = 44, dopo 59' R = 22. Dopo un'ora cessa il respiro: passati due minuti dacchè non respira più, si toglie il cane dalla cassa, il cuore batte debolmente: subito dopo ha un profondo movimento respiratorio, ma il cuore cessa di battere poco dopo. In questa esperienza entrarono 25 litri di gas nella cassa.

Da questa esperienza risulta dunque che, quando va lentamente accumulandosi nell'atmosfera il gas acetilene, un cane muore in un'ora: ed al momento della morte l'aria in cui è rinchiuso contiene poco più di un quarto di questo gas. Dobbiamo però avvertire che non tutti i cani morirono nello stesso tempo. Se si ha cura di estrarli dall'ambiente inquinato dal gas e metterli nell'aria pura appena è cessato il respiro, possono restare ancora molte ore in vita.

Esp. 2.^a Introdotto nell'apparecchio un cane del peso di 5600 g. si fa passare del gas acetilene nella stessa quantità dell'esperienza antecedente. Dopo 15' l'animale si lamenta, è alquanto eccitato, ha la pupilla contratta e 20 respirazioni al minuto. Dopo 26' ha conati di vomito, dopo 35' le respirazioni sono 60 e vomita a più riprese fino a 42'. Poesia il respiro si fa difficile, di quando in quando l'animale allarga la bocca ed è abbattuto. Dopo 49' cessa il respiro. Si toglie il cane dalla cassa: il polso è impercettibile e l'animale insensibile. Due minuti dopo si sente distintamente il battito cardiaco. Dopo 54' sono ritornati i riflessi palpebrali e la sensibilità. Dopo 56' i respiri sono 48 ed i battiti cardiaci 152. Si tiene in osservazione un'ora, durante la quale la temperatura da 39.° 1 scende a 38.° 3 ed il polso si mantiene a 150, mentre la respirazione è distintamente a periodi. Dopo due ore il cane fu trovato morto.

Questo cane è morto due ore dopo che fu sottratto all'azione del gas acetilene. L'essere stato 11 minuti di meno del cane precedente nella cassa dove si faceva lentamente la mescolanza del gas coll'aria e l'aver respirato un'aria meno ricca di questo gas ha giovato all'animale, il quale, estratto dalla cassa appena era cessato il respiro già divenuto superficiale, riprese a respirare, ma è morto dopo due ore. Questo dimostra che si tratta di un gas, il quale non viene eliminato facilmente dall'organismo.

L'acetilene in piccole quantità produce delle alterazioni così profonde dell'organismo che ne segue in breve tempo la morte, anche quando si metta l'animale a respirare nuovamente nell'aria comune. Vedremo nella seguente esperienza che l'aggiunta di un quinto di acetilene all'aria atmosferica è sufficiente ad uccidere un cane.

Esp. 3°. Un cane del peso di 6700 g., con una temperatura di 39.°1, pulsazioni 38 e respiri 20 al minuto è messo nella cassa. Vi facciamo giungere contemporaneamente gas ed aria da due gazometri in modo che passano 700 c.c. di acetilene al minuto. Dopo 5' le respirazioni sono 17 ampie e profonde. Dopo 15' dà segni di irrequietezza, non si regge più bene, $R = 42$. Dopo 20' pare addormentato, dopo 41' cessa il passaggio del gas ma si lascia l'animale nella cassa: dopo 55' i respiri sono 70, profondi. Dopo 1 ora 19' il respiro è lentissimo e superficiale, appena 7 al minuto e ad intervalli: dopo 1 ora 20' cessa il respiro. Manca ogni traccia di movimenti convulsivi. Portato il cane fuori dell'apparecchio il cuore non batte più.

2. La morte dei cani per acetilene avviene molto più presto se facciamo *giungere il gas direttamente dal gazometro nei polmoni*. Il metodo che abbiamo tenuto consiste: nell'introdurre nella trachea del cane (vedi figura) una cannula a T la quale per le due aperture opposte comunica con la trachea e con due valvole di Müller e la branca di mezzo serve a lasciar passare l'acetilene proveniente da un gazometro o da un gazogeno. Un contatore messo sul prolungamento della valvola espiratoria, misura l'aria espirata, conoscendo per mezzo di un regolatore la quantità di acetilene che passa nell'unità di tempo, la differenza fra queste due quantità note, rappresenta l'aria inspirata: così è facile stabilire il rapporto fra l'aria e l'acetilene che arrivano ai polmoni.

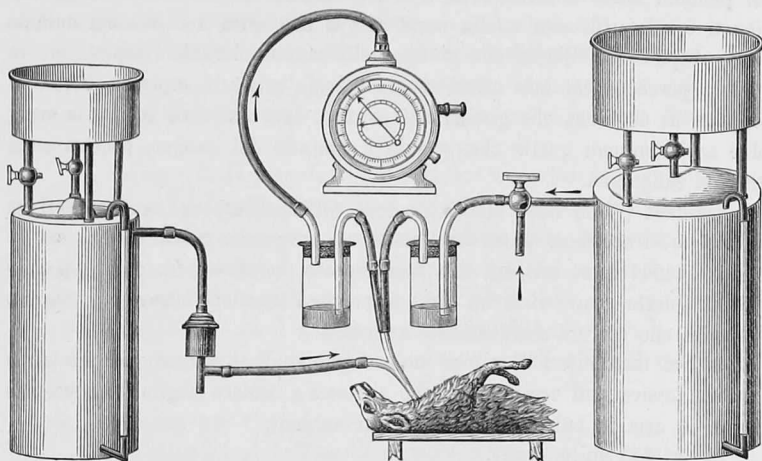
Contemporaneamente alla lettura del contatore, che si fa ogni minuto, si scrive sulla carta continua, messa in movimento da un apparecchio di orologeria: la pressione sanguigna, la respirazione toracica ed il tempo in minuti secondi. Questo apparecchio ha il vantaggio: di regolare a volontà il titolo delle mescolanze, di sospendere o riattivare il passaggio del gas, di prendere la pressione ed il respiro senza obbligare gli sperimentatori a rimanere nella stessa atmosfera dell'animale in esperienza.

Quando si trattava di studiare sui cani l'azione dell'*acetilene puro* non misto ad aria, bisognava evitare che dell'aria atmosferica entrasse nei polmoni. Per ottenere ciò, nell'apparecchio precedentemente descritto, abbiamo aggiunto alla valvola inspiratoria un tubo a due vie, una comunicante col l'aria atmosferica e l'altra con un grande gazometro pieno di acetilene, come si vede a destra della figura. Ad un momento dato si chiude l'accesso dell'aria e si apre quello dell'acetilene. Così le valvole di Müller continuano a funzionare, perchè il grande gazometro funziona da serbatoio, ed al polmone arriva acetilene puro da due vie: dalla cannula tracheale e dalla valvola inspiratoria.

Con questo metodo abbiamo fatte le seguenti esperienze:

Esp. 4°. Un cane del peso di 6300 g. è legato sull'apparecchio di contenzione, ha la carotide in comunicazione col manometro a mercurio, e la trachea in comunicazione colle valvole e col contatore, un esploratore a tamburo di Marey applicato attorno al torace serve per scrivere la respirazione. Il cane respira dapprima aria pura. Quando si fa respirare del gas acetilene puro si osserva subito dopo 8 secondi che la respirazione diviene

più lenta ma più profonda, che la pressione del sangue aumenta, che il tracciato del polso fa ampie oscillazioni. Dopo 30 secondi, il respiro si fa frequentissimo e superficiale, si manifesta un tetano inspiratorio ed il torace si dilata, poi cessa il respiro dopo il primo minuto: in questo frattempo il cuore acquista energia. Dopo la pressione diminuisce ed il polso diventa regolare. Alla fine del secondo minuto la pressione del sangue è sotto il normale e si riduce a zero alla fine del terzo minuto: il respiro non ha più ripreso.



APPARECCHIO PER LA RESPIRAZIONE DEL GAS ACETILENE.

Questa esperienza dimostra che l'acetilene non è inferiore a nessun altro gas velenoso per la sua azione rapidamente mortale.

Le mescolanze di acetilene con metà aria o con due terzi di aria sono pure mortali in brevissimo tempo.

Si riesce talvolta colla *respirazione artificiale*, quando da molto tempo sono cessati i movimenti respiratori, a ritornare in vita gli animali anche se il battito cardiaco è impercettibile.

Esp. 5^a. Un cane del peso di 17000 g. che respira in media tre litri e mezzo a quattro litri d'aria al minuto, riceve in una volta sola, durante 1 minuto, due litri di gas con un' eguale quantità d'aria. Il respiro cessa subito ed il cuore non si sente più battere. Si fa per cinque minuti una energica respirazione artificiale comprimendo il torace ed un forte massaggio sull'area cardiaca: dopo quattro minuti si sente distintamente il battito cardiaco e dopo cinque minuti compaiono le prime respirazioni volontarie. Ristabilitosi il cane ha servito allo studio delle alterazioni del sangue per acetilene.

Le mescolanze di gas con una quantità di aria superiore ai tre quarti sono ancora mortali per il cane.

Esp. 6^a. Un cane del peso di 3500 g. respira per 21 minuti gas ed aria nella proporzione di 500 c.c. di acetilene e 1500 c.c. di aria (un quarto di gas e tre quarti di aria). Durante questi 25 minuti la pressione va gradatamente diminuendo e il respiro si fa lento

e superficiale. Dopo 15 minuti succede il vomito, mentre il respiro e la pressione acquistano di forza. Cessato il vomito la respirazione diviene lenta, irregolare e poi cessa: il polso si fa frequente, la pressione discende a zero.

Per uccidere questo cane in 31 minuti si consumarono solo 13 litri di acetilene. Ma per avere un'idea della velenosità del gas, anche quando entra nei polmoni misto a molta aria, è d'uopo notare che dei 13 litri di gas impiegati è solo utilizzata quella parte di gas che entra nei polmoni durante l'atto respiratorio. Quella che giunge nella cannula durante l'espiazione va perduta, perchè è cacciata attraverso le valvole coll'aria espirata. Perciò la quantità di acetilene che giunge nei polmoni deve essere all'incirca la metà, ed è anche minore quella che, venuta a contatto del sangue, penetra nella corrente sanguigna.

Gréhant ⁽¹⁾ ha fatto alcune ricerche coll'acetilene sul sangue. Egli ha trovato che l'acetilene passa facilmente nel sangue, e conchiuse che esso è tossico quando se ne adopera una dose elevata, compresa fra 40 p. 100 e 79 p. 100. Queste nostre ricerche dimostrano che l'acetilene è assai più velenoso di quello che sia ora comunemente ammesso.

3. Sui mammiferi di minor mole si può studiare con maggior precisione l'azione tossica dell'acetilene, perchè si riesce a titolare meglio le mescolanze di gas ed aria in cui si introducono gli animali.

Esperienze sulle *Cavie*.

Una cavia del peso di 270 g. messa per controllo in un vaso contenente aria pura, chiuso ermeticamente, e della capacità di dieci litri può restare cinque o sei ore senza presentare fenomeni gravi di asfissia. Se si toglie quando il respiro è accelerato e sta per soccombere, si ristabilisce immediatamente.

Abbiamo fatto le esperienze coll'acetilene in una bottiglia della stessa capacità.

a. Introdotte le cavie nel *gas puro*, manifestano subito un respiro accelerato e cascano prive di movimento. Poscia il respiro diviene irregolare, superficiale, lento: poco dopo compaiono delle scosse muscolari prima al capo poi al tronco ed alle estremità; alcune volte queste scosse assumono la forma di movimenti convulsivi, tanto sono forti: il respiro reso difficile, cessa.

Tolte le cavie alla fine di questo periodo che ha la durata di 20 a 40 minuti il cuore batte, mancano i riflessi e la sensibilità. Portate all'aperto, non muoiono subito: ritornano i moti respiratori, qualche volta la sensibilità, ma poi peggiorano e cessano di vivere.

b. In un'atmosfera, *metà gas e metà aria*, le cavie presentano ancora gli stessi fenomeni colla differenza che il respiro cessa più tardi, e la vita non sempre si spegne quando sono portate nell'aria pura. In questa miscela

⁽¹⁾ N. Gréhant, *Sur la toxicité de l'acétylène*. Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1895, p. 564.

alcune cavie hanno resistito 45 minuti, altre meno. Quelle che hanno avuto un contatto più breve coll'acetilene si salvarono.

c. In una mescolanza di *due parti d'aria ed una parte d'acetilene* le cavie vivono un'ora circa. Tosto manifestano un respiro frequente, barcollano, cadono. Poi riacquistano i movimenti volontari, camminano trascinando gli arti posteriori, respirano frequentemente. Sopravviene un lento avvelenamento ed il respiro si fa superficiale, irregolare.

Tolte dal vaso in questo stato di estrema debolezza, si osserva che il cuore batte ancora e che il respiro si ravviva. Se l'avvelenamento non è grave alcune si rimettono, ma per la massima parte muoiono dopo due o tre ore.

d. Le cavie delle precedenti esperienze si trovavano in recipienti chiusi, ed i prodotti gazzosi delle combustioni organiche rendevano l'ambiente più tossico; ad evitare questa causa di errore abbiamo rinnovato continuamente il miscuglio di gas ed aria nel vaso col fare un'aspirazione per mezzo di una pompa. Sono mortali le mescolanze con metà gas e metà aria, se il passaggio dura tre quarti d'ora; se il gas si trova in quantità maggiore le cavie resistono meno. I fenomeni di avvelenamento sono eguali a quelli riferiti antecedentemente.

4. Esperienze sui Topi.

a. Introdotti i topi nell'acetilene puro cadono tosto, respirano a scatti, ed in tre minuti cessa ogni movimento. Estratti dal recipiente, non danno più segno di vita.

b. Nella mescolanza *metà acetilene e metà aria*, il topo tosto barcolla, non si regge bene, poi cade e le estremità paiono paralizzate. Aumenta di frequenza il respiro, la sensibilità al dolore si mantiene. Poi il topo entra in uno stato d'abbattimento ed il respiro si fa superficiale, lento, irregolare. A questo punto l'animale è insensibile, ma se viene tolto dall'acetilene si salva; il ritardo a levarlo fino alla cessazione del respiro è fatale.

c. Gli stessi fatti, ma più leggeri, si manifestano colle mescolanze di *un terzo di acetilene e due terzi di aria*. L'animale dopo tre quarti d'ora conserva la facoltà di fare dei movimenti passivi. Passata un'ora il respiro da frequente va rallentandosi continuamente, e malgrado continui a pulsare il cuore, difficilmente il topo si salva se ha respirato per un'ora in questo miscuglio di gas ed aria.

d. Messi i topi in un miscuglio di gas ed aria che continuamente si rinnova mediante un aspiratore, sopravvissero quelli delle mescolanze inferiori al 50 p. 100 di acetilene, e solo quando il contatto col gas non superò la mezz'ora. In tale atmosfera la dispnea compare dopo cinque minuti ed il topo si mostra eccitato: poco dopo piega il capo, barcolla e cade. Poscia la respirazione si fa più superficiale e cessa. Tolto l'animale è insensibile: ma si ristabilisce, in pochi istanti ritorna la motilità e poi la sensibilità. Ma

se, cessato il respiro, si tarda un minuto o due a metterlo nell'aria pura, muore.

Se si mette a più riprese un topo nei miscugli di gas ed aria, esso acquista una certa *assuefazione*. Gli animali che non cedettero alle prime intossicazioni resistono di più ad ulteriori quantità del gas; muoiono però tutti e solo ritardano i fenomeni di avvelenamento.

5. Esperienze sui *Passeri*.

Gli uccelli sono assai sensibili all'acetilene muoiono tosto che sono introdotti nel gas puro.

Nelle mescolanze metà acetilene e metà aria i passeri resistono poco, e fin dai primi istanti presentano fenomeni di una grande intossicazione; il respiro fattosi lento cessa dopo quindici minuti.

In un'atmosfera di *un terzo di acetilene e due terzi d'aria*, gli uccelli mostrano bene i due periodi di eccitamento e di depressione. Per dieci minuti circa l'uccello vola o spicca dei salti, ed è vispo malgrado in ultimo non si regga bene ed il respiro sia affannoso: nel secondo tempo resta immobile ed il respiro si rallenta assai, ma diviene profondo. Quando è cessato il respiro non vale l'aria pura a ridonargli la vita.

Claude Bernard e Berthelot ⁽¹⁾ sperimentarono trenta anni or sono l'acetilene sui passeri; essi però non lo trovarono tossico, forse per la piccola quantità che avevano a loro disposizione. Anche Brociner ⁽²⁾ nel 1887 confermò che l'acetilene ha un'azione eccessivamente debole, non superiore a quella degli altri carburi d'idrogeno.

6. Esperienze sulle *Rane*, sui *Tritoni* e sulle *Lucertole*.

a. Basta introdurre le rane in una bottiglia chiusa riempita di *acqua satura di acetilene* ⁽³⁾, che subito fanno dei movimenti vivissimi di nuoto per un minuto, poi si fermano ed aprono con frequenza la bocca: tosto cessa ogni movimento dell'apparato ioideo e diminuisce gradatamente il battito cardiaco. Seguono tremiti muscolari che alcuna volta rassomigliano a convulsioni stricniche. Messe fuori dell'acqua in questo stato il battito cardiaco cessa dopo poco tempo. Se alla rana immersa in una bottiglia satura di acetilene si lascia respirare aria, essa vive più lungamente.

b. Le rane che si trovano in un'atmosfera di *acetilene puro* hanno un primo periodo di eccitamento con forti movimenti della respirazione e dopo uno di paralisi nel quale cessano i movimenti ed il battito cardiaco si rallenta. Tolta la rana dopo cinque minuti, essa è insensibile: il cuore

(1) Cl. Bernard et Berthelot, *Comptes rendus* 1865 pag. 566. Vol. IV.

(2) Brociner, *Annales d'Hygiène et de Médecine légale*, 1887, pag. 454.

(3) Agitata ripetutamente dell'acqua comune alla temperatura ambiente di 18° a 20° con dell'acetilene puro, abbiamo trovato che essa scioglie all'incirca metà il suo volume di gas.

qualche volta batte ancora, ma cessa poco dopo. Abbiamo veduto morire delle rane che stettero un solo minuto nell'acetilene puro.

c. Le rane introdotte in un atmosfera *metà acetilene e metà aria* muoiono in tre ore circa. Fin dai primi istanti esse sono eccitate, hanno movimenti respiratori più forti, poi meno e restano immobili in uno stato paralitico, in fine scompaiono ogni traccia di battito cardiaco.

d. In un'atmosfera di *due parti d'aria ed una di acetilene* le rane muoiono in sei ore; conservano però per molto tempo la facoltà di respirare, di muoversi e di spiccare salti.

Tutte le rane che abbiamo tenuto nelle mescolanze di gas ed aria morirono.

Più resistenti delle rane sono i tritoni ed anche le lucertole. Questi animali non mostrano un periodo netto di eccitamento; subito si nota che aprono la bocca, che si contorcono e poi sopravviene l'immobilità e dopo mezz'ora paiono morti. Se vengono tolti dalle diverse mescolanze di acetilene qualcheduno sopravvive. Morirono quelli che furono lasciati per un'ora in contatto del gas.

Dalle esperienze che abbiamo fatto risulta dunque che l'acetilene è un gas dotato di un potere tossico considerevole. Bastano piccole quantità per mettere in pericolo la vita degli animali. Mezzo litro di gas respirato solo, e di seguito, dà in pochi secondi gravi fenomeni di avvelenamento nei cani. Solo con una respirazione artificiale energica si possono salvare gli animali. Le mescolanze di gas ed aria al 20 p. 100 sono sempre mortali, quando agiscono per un'ora. Nell'avvelenamento lento le alterazioni sono così gravi che gli animali soccombono anche quando trasportati all'aria libera paiono ristabiliti. Si nota una certa assuefazione alle piccole quantità di gas, ma è sempre piccola la quantità che riesce mortale. Le grandi dosi agiscono prevalentemente sulla funzione respiratoria. Le piccole dosi mostrano distinto un primo periodo di eccitamento ed un secondo di paralisi, durante il quale la funzione cardiaca e quella respiratoria si affievoliscono. Prevalgono i fenomeni di paralisi e gli animali muoiono senza convulsioni.

Il meccanismo d'azione dell'acetilene sarà oggetto di una prossima Nota.

PERSONALE ACCADEMICO

Pervenne all'Accademia la dolorosa notizia della morte del suo Socio straniero MAURIZIO SCHIFF, mancato ai vivi il 6 ottobre 1896; apparteneva il defunto Socio all'Accademia sino dal 4 agosto 1892.

P. B.