

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCII.

1905

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XIV.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVICCI

1905

Fisiologia. — *Ricerche sulla respirazione dei pesci*. Nota ⁽¹⁾
del dott. G. van RYNBERK ⁽²⁾, presentata dal Socio L. LUCIANI.

IL CHIMISMO RESPIRATORIO.

Che i pesci nell'acqua respirano aria, è stato per primo dimostrato sperimentalmente da R. Boyle (1670): che essi viziano l'aria come gli altri animali « cedendovi il flogiston » fu stabilito da Priestley (1777). Sylvestre (1791) dimostrò che alcuni pesci possono vivere nell'acqua bollita, purchè sia loro possibile di respirare aria alla superficie del liquido, chè se s'impedisce, muoiono. H. Davy (1799) aggiunse a queste cognizioni un'altra: che i pesci sottraggano l'ossigeno all'aria contenuto nell'acqua e che non scompongono questa nelle loro branchie. Spallanzani (1803), *l'omnis homo* dello studio dei fenomeni vitali nella fine del secolo XVIII, aggiunse che essi espirano CO², e lo dimostrò facendoli respirare nell'acqua di calce, ove si forma per opera dei loro scambi respiratorii, un precipitato di carbonato di calcio. Stabili anche l'esistenza, nei pesci, della respirazione cutanea.

Stabilite in tal modo le condizioni elementari della natura chimica della respirazione, era possibile procedere a ricerche particolari. Aprirono l'era delle ricerche quantitative degli scambi gazzosi dei pesci, Provençal e Humboldt (1809). Questi estraevano i gaz dall'acqua della Seine, pura e ne stabilivano il contenuto in O, N e CO². Poi sottoponevano alla stessa analisi l'acqua nella quale dei pesci avevano respirato per un certo tempo. I risultati della ricerca furono, che quando si lasciavano dei pesci respirare in una quantità d'acqua limitata finchè erano ridotti in fin di vita, l'O era assorbito in quasi totalità; il CO² restituito era sempre in quantità inferiore al volume d'O assorbito nel rapporto seguente: $\frac{CO^2}{O} = 0,80$. In quanto all'N, delle quantità notevoli si solevano trovare sottratte all'acqua. Dalla descrizione del metodo, e dalle cifre assolute date da Provençal e Humboldt apparisce subito che le loro ricerche contenevano due errori: l'uno di questi era inerente ai metodi, a quel tempo poco perfetti, d'estrarre i gas dell'acqua. L'altro era un errore fisiologico: lasciando gli animali respirare in poca acqua fino al loro punto di morte, si faceva evidentemente uno sperimento non sugli scambi

(1) Una prima Nota comparve nei Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. XIV, 2° sem. fasc. 9°, pag. 443 seduta del 5 novembre 1905.

(2) Dall'Istituto di Fisiologia della R. Università di Roma. Lavoro eseguito nella sezione di fisiologia della Stazione Zoologica di Napoli durante l'estate 1905.

respiratorii normali, ma su quelli asfittici. In questo rapporto Morren (1845) poco dopo osservò di quanta importanza per la vita normale dei pesci sia la costanza della quantità d'ossigeno disciolta nell'acqua e dimostrò che brusche variazioni possono portare rapidamente alla morte degli animali. Di questo fattore non tenne conto nemmeno Gréhant (1869) che ripetendo le ricerche di Provençal e Humboldt si servì della pompa a mercurio per l'estrazione dei gaz, valendosi così di metodi fisici perfezionati. Ma anche egli sperimentò su animali in condizioni asfittiche. I risultati da lui ottenuti furono che l'O dell'acqua al termine dell'esperienza era sempre quasi tutto assorbito, mentre trovò una quantità di CO² maggiore di quella dell'O assorbito, d'onde $\frac{CO^2}{O} > 1$. Per quel che riguarda l'azoto, Gréhant lo trovò

ora assorbito, ora esalato in minime quantità. Un altro autore, anch'esso Francese (1), Quinquaud (1873), si è principalmente occupato delle vicende dell'ossigeno nella respirazione dei pesci. Egli ha trovato che la quantità d'O assorbita dai pesci da una quantità fissa d'acqua, è proporzionata all'unità di tempo; che la resistenza all'asfissia è maggiore nei pesci adulti che nei neonati. Confermò che la respirazione cutanea dei pesci esiste, ma vide che è poco rilevante.

Jolyet et Regnard nel 1877 ripresero le ricerche di Provençal e Humboldt, e cercando d'evitare l'errore fisiologico nel quale erano caduti questi e Gréhant, idearono un apparecchio ingegnoso per effettuare le ricerche sugli scambi respiratori degli animali acquatici. Ma essi esagerarono forse nel senso opposto, ch'è studiando di mantenere durante gli esperimenti condizioni d'ambiente normali, facevano circolare dell'aria nell'acqua ove si trovavano gli animali esaminati. In tal modo creavano, secondo ogni apparenza, un ambiente iperossigenato in confronto a quello abituale. E giusto riconoscere però che, in quanto ai metodi fisici, endiometrici, da essi seguiti, si valsero della tecnica più perfezionata della loro epoca. In conclusione, i risultati più importanti cui giunsero Jolyet e Regnard sono i seguenti: L'attività respiratoria dei pesci è piuttosto esigua e la capacità respiratoria del loro sangue poco rilevante. L'anidride carbonica esalata non supera mai in ossigeno, l'ossigeno assorbito: $\frac{CO^2}{O} < 1$. La temperatura ha grande influenza sugli scambi respi-

riorii: aumentando gradualmente la temperatura dell'ambiente da 2° a 30°, le quantità d'ossigeno assorbite nel medesimo tempo, crescono da 1 a 10. In quanto all'azoto ha luogo ora un riassorbimento, ora una esalazione.

Dopo Jolyet e Regnard poche ricerche estese sono state eseguite. Couvreur e Bataillon (1889) intrapresero a studiare le condizioni fisiche della

(1) Gli autori tedeschi, in questo periodo: Ermann (1808), Bischof (1818), Baumert (1853) si sono quasi esclusivamente occupati degli scambi respiratori intestinali del *Cobitis fossilis*, sui quali non posso qui dilungarmi.

respirazione acquatica, specialmente in riguardo alla pressione. Negli scompartimenti d'un dializzatore ponevano da un lato acqua, dall'altro sangue e trovarono che gli scambi gassosi tra i due liquidi sono favoriti da un aumento di pressione, cui avevano ideato sottoporre l'apparecchio.

Duncan e Hoppe Seyler (1893) studiarono di quanto si può diminuire la percentuale d'ossigeno disciolto nell'acqua, senza che si manifestino disturbi notevoli nella respirazione e nelle condizioni generali dei pesci. A questo punto è opportuno notare che essi, come quasi tutti gli autori precedenti, lavorarono sui pesci ossei, per i quali certo non è del tutto valida l'osservazione di Bethé, fatta sui pescicani, i quali possono restare per quasi un ora tranquilli nell'acqua priva d'aria. Su questa questione tornerò poi nella parte sperimentale della presente comunicazione. Qui mi limito a riferire che Duncan e Hoppe-Seyler trovarono che, dei pesci usati, esemplari di *Tinca vulgaris*, si trovarono bene in parecchi esperimenti, protratti per un tempo variante da 5-20 ore, in un'acqua contenente in media 3-4 cmc. d'ossigeno, mentre la quantità normale contenuta nell'acqua alla temperatura dello sperimento (10°-13° C) è di circa 7 cmc. Le trote invece si mostrarono fortemente dispnoiche in acqua contenente a 7,5° in media 0,8-1,7 cmc. d'ossigeno (quantità normale 8,09 cmc.). Gli esperimenti durarono rispettivamente 1,5, 2, 2 $\frac{1}{4}$ ed 1 $\frac{1}{2}$ ora. — Finalmente le tinche, tenute per molte ore (14 $\frac{1}{2}$, 19, 11 $\frac{3}{4}$, 20, 4, 14) in acqua contenente in media 0-0,7 cmc. d'ossigeno, a temperatura variabile da 5,8° a 13°, mostrarono dipnea fortissima: respiravano rapidissimamente col muso alla superficie, ed al termine di due esperimenti giacevano come morti sur un fianco. — Da questi esperimenti appare da una parte, che la mancanza d'ossigeno determina certamente dispnea nei pesci ossei, e dall'altra che però tra essi alcuni, come le tinche, resistono per lungo tempo in acqua contenente un minimo d'ossigeno.

Verron (1895) determinò l'attività respiratoria di molti invertebrati marini ed anche d'alcuni pesci, calcolando i decimi di milligrammo d'ossigeno assorbiti rispettivamente per chilogramma d'animale in un ora, alla temperatura di 16° C. Trovò valori assai diversi per le varie specie d'animali sperimentati. Ponendo come 1 l'attività respiratoria della Salpa, quella dell'*Amphioxus* = 18 e quella dei pesci teleostei = 48 (*Heliases chromis*) e 60 (*Serranus scriba*). Inoltre Vernon determinò l'incremento subito dall'attività respiratoria quando la temperatura s'innalza da 10° C a 24° C. Questo incremento trovò essere relativamente piccolo nei pesci, più grande invece negli animali pelagici trasparenti (*Beroë*, *Cestum Veneris*, *Medusa*, *Salpa* ecc.).

Rimangono da ricordarsi le brevi comunicazioni di altri due autori francesi. Dissard (1894) presentò alla Société de Biologie, un suo apparecchio per determinare gli scambi gassosi degli animali acquatici e che nelle intenzioni dell'autore dovrebbe eliminare i difetti di metodo lamentati per le ricerche di Provençal e Humboldt e per quelle di Jolyet e Regnard. L'apparecchio

consta d'un cilindro pieno d'acqua avente due rubinetti ed un tubo contenente uno stantuffo. Aprendo alternativamente i rubinetti e facendo agire lo stantuffo ora nell'uno ora nell'altro senso, questa disposizione permette d'introdurre e far uscire dal recipiente, delle quantità d'acqua esattamente misurabili.

Pieri (1896) sperimentando coll'*Ammodyles tobianus* ha visto che questo pesce, posto in una quantità d'acqua limitata, esaurisce tutto l'ossigeno contenutovi al principio, se l'acqua era poco aerata; invece non lo consuma tutto, se l'acqua era ricca d'ossigeno. Osservò poi che esiste notevole resistenza all'asfissia, la quale non sopravviene mai istantaneamente. Inoltre stabilisce che l'*Ammodyles* resiste a forti quantità di CO² nell'acqua. Pieri ne conclude che per l'animale, la permanenza in una quantità d'acqua esigua è letale, non per l'eccesso d'anidride carbonica, ma per la mancanza d'ossigeno.

Knauth (1898) dimostrò che un'altra causa d'errore nelle ricerche sulla respirazione dei pesci è data dalle feci e dai residui alimentari lasciati negli apparecchi ove si eseguono gli esperimenti, i processi putrefattivi di quelle sostanze assorbono notevoli quantità d'O e producono CO², venendo a falsare così i risultati delle analisi degli scambi respiratorii. K. perciò consiglia di far digiunare gli animali alcuni giorni prima dello sperimento.

Zuntz (1901) presentò alla Società Berlese di Fisiologia un suo nuovo e complicatissimo apparecchio per studiare gli scambi gassosi degli animali acquatici. Come risultati preliminari di ricerche eseguite sui ciprini egli comunicò che l'intensità degli scambi respiratorii cresce col crescere della temperatura, come già dimostrarono Jolyet e Regnard, e colla presa degli alimenti durante il periodo digestivo. L'accrescimento è massimo coi cibi proteici. L'intensità respiratoria è proporzionale non al peso, ma alla superficie del corpo: è dunque relativamente maggiore nei pesci piccoli che nei grandi.

Ho esaurito la rapida analisi dei contributi che formano le conoscenze attuali sulla respirazione dei pesci. In una terza Nota riferirò delle mie ricerche personali.

BIBLIOGRAFIA SUL CHIMISMO RESPIRATORIO DEI PESCI.

1. 1670. R. Boyle, *New pneumatical experiments about respiration*. Philosophical Transactions, 1670, pp. 2011, 2035.
2. 1791. Sylvestre, *Mémoire sur la respiration des Poissons*. Bulletin de la Société philomatique à Paris, T. I, pag. 17.
3. 1799. H. Davy, *Contribution in physical and medical Knowledge by heddoes*. 1799.
4. 1803. Spallanzani, *Memorie sulla respirazione*. Op. post., Milano, 1803.
5. 1809. Provençal et Humboldt, *Recherches sur la respiration des poissons*. Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil, 1809.
6. 1845. Morren, *Sur les variations d'oxygène dissous dans l'eau, considérées comme pouvant amener rapidement la mort des poissons*. Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences à Paris, T. XXI, 1^{er} sem., 1845, n.º 4. Séance du Lundi 27 Janv., pp. 252-254.

7. 1869. N. Gréhant, *Recherches physiologiques sur la respiration des poissons*. Bibliothèque de l'École des hautes études. Section des Sciences Naturelles, 1869, pp. 299-310.
8. 1873. Quinquand, *Expériences relatives à la respiration des poissons*. Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences à Paris, T. XXVI, 1^{er} sem. 1873, n. 16, Séance du Lundi 5 Mai, pp. 1041-1145.
9. 1876. F. Jolyet et G. Regnard, *Sur une nouvelle méthode pour l'étude des animaux aquatiques*. Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences à Paris, T. 82, 1^{er} sem. 1876, n. 18, séance du Lundi 1 Mai, pp. 1060-1063.
10. 1877. F. Jolyet et P. Regnard, *Recherches sur la respiration des animaux aquatiques*. Archives de physiologie normale et pathologique (Brown Séquard, Charcot, Vulpian), 2^e série, T. 4, Année 9, 1877: I, pp. 42-62; II, pp. 584-633.
11. 1886. N. Gréhant, *Nouvel appareil pour l'étude de la respiration des animaux et des végétaux aquatiques*. Comptes rendus hebdomadaires des Séances et Mémoires de la Société de Biologie à Paris. 8^{me} série T. I. (TXXXVIII), Année 1886, séance du 7 Août, pp. 421-424.
12. 1889. E. Couvreur et E. Bataillon, *Conditions physiques de la respiration aquatique*. Comptes rendus hebdomadaires des Séances et Mémoires de la Société de Biologie à Paris. 9^{me} série, T. I (T. 41), Année 1889, Séance du 26 Oct., pp. 607-608.
13. 1893. C. Duncan und J. Hoppe-Seyler, *Beiträge zur Kenntniss der Respiration der Fische*. Zeitschrift für physiologische chemie (Hoppe-Seyler), Bd. XVII, 1893, h. 2-3 S. 165-182.
14. 1894. A. Dissard, *Nouvel appareil destiné à mesurer les échanges respiratoires dans l'habitat aquatique*. Comptes rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie à Paris, Série 10, T. I (T. XLVI), Année 1894, Séance du 21 Avril, pp. 316-317.
15. 1895. H. M. Vernon, *The respiratory Exchange of the lower Marine Invertebrates*. Journal of Physiology (Foster e Langley), vol. XIX, 1895-96, n° 1-2, 30 Dec. 1895, pp. 18-70.
16. 1896. J. B. Pieri, *Recherches physiologiques sur la respiration des poissons (Amolytes Tobianus)*. Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences à Paris, T. 122, 1^{er} sem. 1896, n. 5, Séance du Lundi 3 Février, pp. 252-254.
17. 1898. K. Knauth, *Zur Kenntniss des Stoffwechsels der Fische*. Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere. (Pfüger) Bd. 73, h. 10, S. 490-501.
18. 1901. N. Zuntz, *Ein Respirationsapparat für Wassertiere*. Verhandlungen der Berliner physiologischen Gesellschaft. XIII Sitzung am 24 Mai 1901, (in: Archiv für Anatomie und Physiologie (His e Braune). Phys. Abt. Jahrgang 1901, S. 543-551.

Parassitologia. — *Un nuovo interessantissimo caso di geminogonia (poliembrionia specifica) in un Imenottero parassita endofago con particolare destino dei globuli polari e dimorfismo larvale*. Nota di FILIPPO SILVESTRI, presentata dal Socio B. GRASSI.

Fra gli studii sulla biologia degli Imenotteri parassiti, che ho da tempo intrapresi, ho potuto ormai condurre a termine uno su quella del *Litomastix truncatellus* Dalm. (*Encyrtidae*), e siccome nello sviluppo di questa specie ho trovato processi affatto peculiari, che a me sembrano di grandissimo in-