

蝸牛機能の酸素依存性について

伊藤明和* 鈴木浩二*
高橋英世** 榊原欣作**

目 的

突発性難聴をはじめとするいわゆる回復する可能性のある感音難聴に対して、従来色々の治療法が試みられているが、高気圧酸素治療の有効であることについては今まで色々の報告がある。

さて内耳への酸素補給は大部分は内耳血管からの透過によるが、髄液や中耳腔からのものも考えなくてはならない。前庭階外リンパに浸透した酸素は Reissner's membrane の細胞には有用であるが、蝸牛での機能維持には重要でない¹⁾とされている¹⁾。鼓室階外リンパに関しては、ラセン器での活発な酸素消費に対して、酸素分圧を一定の濃度に保つ pool としての意義があると考えられるようになった²⁾³⁾。

これらの理由により鼓室階外リンパの酸素分圧を測定し、高気圧酸素治療の意義を解明せんとするものである。

実 験 材 料

実験動物としては体重 200~400gr で鼓膜正常、プライエル耳介反射正常な黒眼のモルモットを使用した。即ちモルモットの蝸牛は全回転が中耳腔に露出しており、しかも各回転の血管条にメラニン色素が存在するために、明視下に微小電極を鼓室階および中央階にも挿入可能である。

実 験 装 置

酸素分圧の連続測定は Polarograph 法 (IBC

Model 145-071) をとり、電極は尖端 500μ の Pt 電極を、不関電極には Ag-AgCl 電極を用いた。採血による動脈血酸素分圧測定は全自動ガス分析装置 (Radiometer ABL-2) によった。蝸牛内直流電位 (EP) の誘導に、微小電極として 3 Mol KCl を充填した電気抵抗 $5 M\Omega$ 程度の尖端 $2\sim 3\mu$ のガラス毛細管電極を使用した。電位はガラス毛細管電極に挿入した Ag-AgCl 電極で微小電極用増幅器 (日本光電 MEZ-701) に連結し、プリアンプ (日本光電 RB-5) を介してペン書きレコーダーにより記録した。全身血圧は、ヘパリン化したカテテルを一側総頸動脈に挿入し、圧力 Transducer (日本光電 MPU-0.5-290-0-III)、プリアンプ (日本光電 RP-5) に接続、また他側総頸動脈に電磁血流計 (日本光電 MF-5) を設置し、プリアンプ (日本光電 RDH-5) に接続し、各々ペン書きレコーダーにより記録した。心電図は四肢誘導にて記録した。

方 法

無麻酔自発呼吸のモルモットを仰臥位に固定し、Ethyl carbamate (1.0g/kg) の腹腔内注射により全身麻酔を行い、直ちに気管切開を実施して Y 字型 tube を挿管し、半開放式人工呼吸器 (40 ml/回) に連結し、呼吸を調節した。筋弛緩剤として Suxamethonium chloride (30mg/kg) を使用した。次に試獣の顎下部に切開を加え、胸鎖乳突筋、顎二腹筋を圧排し、中耳骨胞を削開して蝸牛全回転を明視下においた。顕微鏡下に基礎回転鼓室階骨壁に microdrill で小孔を穿ち、manipulator を用いて電極の先端だけが鼓室階外リンパ腔に入る如く操作し、酸素分圧を測定した。髄液の

*名古屋大学医学部耳鼻咽喉科学教室

**名古屋大学医学部附属病院高気圧治療部

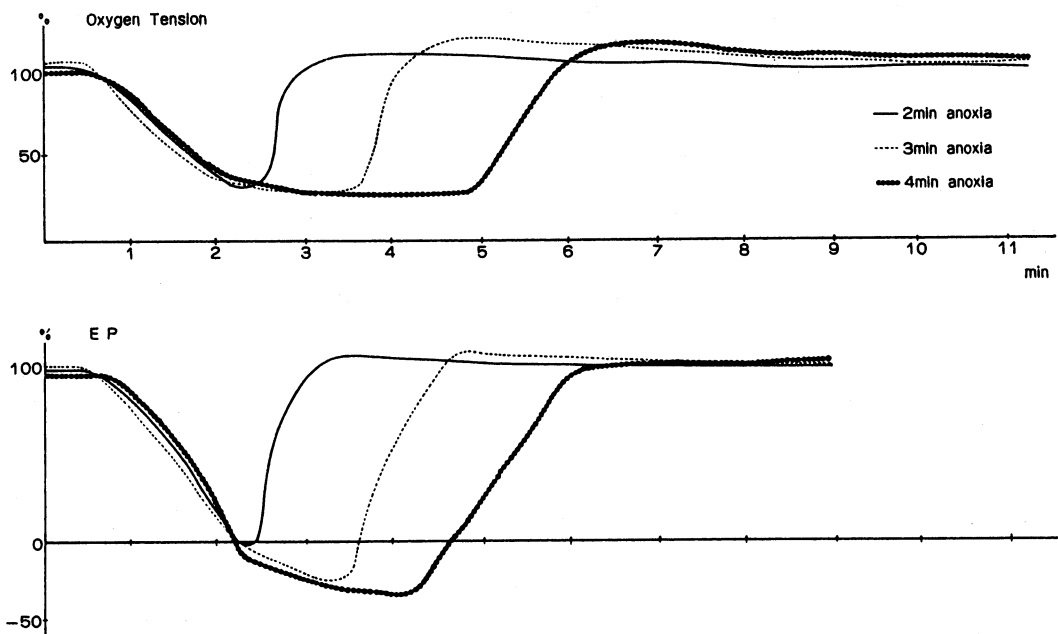


図1 無呼吸2分間、3分間、4分間の外リンパ酸素分圧とEPの時間的経過

酸素分圧は、試獣の後頭部に皮切を加え、大後頭孔附近の筋肉群を剝離し、露出した硬膜より電極をCisterna magnaに挿入して測定した。

結 果

(1) Control

基礎回転鼓室階外リンパの酸素分圧は平均26.4mmHg (SD:1.76), 総頸動脈血圧は平均80—55mmHg, 総頸動脈血流量は平均27.1ml/min. (SD:3.13), 髄液酸素分圧は平均33.7mmHg (SD:1.82)であった(14匹のモルモット)。

(2) Anoxia

① 全身 anoxia 3分間 (8匹)

(a) 外リンパ酸素分圧について：呼吸停止により約30秒の潜時の後、約1分30秒間急激に直線状に低下し、以後緩やかに低下し、平均4.8mmHg (SD:0.78)に低下した。呼吸再開後約30秒で急激に回復し、一旦元の level に達した後 overshoot を経て約11分で元の値に回復した。全例ほぼ同様の傾向である。

(b) EPについて：呼吸停止後約40秒の潜時の後、急激に低下しはじめ、約2分で0mVを超えて極性が逆転し、約-40mV迄緩やかに低下した。呼吸再開後も低下し続け、約25秒で回復傾向が認め

られ、以後急激に回復し、overshoot を経て元の値まで回復した。全例共ほぼ同様の傾向を示した。

② 全身 anoxia 2分間および4分間 (5匹)

2分間 anoxia 群では外リンパ酸素分圧は平均8mmHg (SD:1.73), EPは0mV前後に低下した。呼吸再開後から回復傾向がみられるまで各々約20秒、約15秒を要した。

4分間 anoxia 群では外リンパ酸素分圧は平均3.2mmHg (SD:0.59), EPは-40mVまで低下した。呼吸再開後から回復傾向がみられるまで各々約40秒、約35秒を要し、外リンパ酸素分圧, EP共に全例で overshoot がみられた。

図1では、呼吸停止時間の差による影響をみるために、anoxia 負荷前の外リンパ酸素分圧, EPの値を100%とした。これより anoxia の長いもの程回復開始迄に至る時間が長いことが分る。

③ 内耳動脈圧迫による局所 anoxia 130秒間 (3匹)

内耳動脈圧迫後約3秒で外リンパ酸素分圧は急激に低下し、以後緩やかに低下して、平均4.3mmHgに達した。動脈圧迫解除後20秒で回復を示して急激に回復し、overshoot を経て約8分で元の値に回復した。EPは同じく3秒で低下しはじめ、約60秒で極性逆転し-40mVまで低下、解除後約

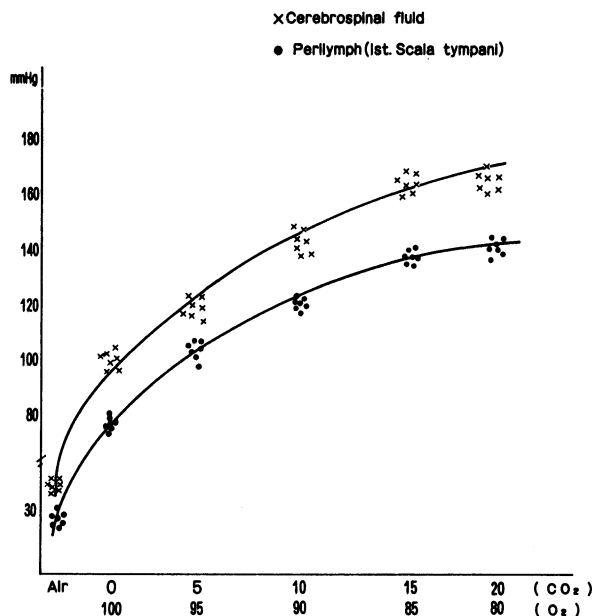


図2 純酸素ガスに炭酸ガスを混入した時の外リンパおよび髄液酸素分圧

4秒で回復を示し、overshootを経て元の値に回復した。

④ 同じく局所 anoxia 210秒間 (4匹)

外リンパ酸素分圧の最低値は3.2mmHgを示し、overshootの時間がやや長く、約11分で元の値に復した。EPは前述130秒群とほぼ一致した傾向である。

(3) 炭酸ガス負荷

図2に示す如く、外リンパ酸素分圧と髄液酸素分圧は100% O₂ガスにCO₂ガスを混入していくとほぼ平行して上昇し、85% O₂+15% CO₂ガス吸入でほぼ peak に達した。

ま と め

高気圧酸素治療は、蝸牛機能の酸素依存性⁴⁾⁵⁾が極めて大きいことから考えても、この部位に対して極めて有意義な立場にあることを論じた。

〔参 考 文 献〕

- 1) Lawrence, M. et al.: Direct visualization of living organ of corti and studies of its extracellular fluids. *Laryngoscope* 84: 1767-1776, 1974.
- 2) Schnieder, E.A.: A contribution to the physiology of the perilymph: Part I: The origins of perilymph. *Ann. Otol.* 83: 76-83, 1974.
- 3) Alford, B.R. et al.: Physiologic and histopathologic effects of microembolism of internal auditory artery. *Ann. Otol.* 74: 728-748, 1965.
- 4) Bloor, B.M. et al.: A study of cerebrospinal fluid oxygen tension. *Arch. Neurol.* 4: 37-46, 1961.
- 5) Ito, A. et al.: The cochlear circulatory system and its relation to cerebral blood flow. *Acta Neurol. Scan. Supple.* 72: 632-633, 1979.