

減圧室による酸素不足と家兔 E R G

岩手医科大学 医学部 第一生理 池田 嘉光

高圧タンク室 鈴木 一

島崎 吉夫

金谷 春之

(Electroretinogram)

緒言：眼球の酸素不足時の E R G の変動については種々の報告があるが、減圧（大気圧 760 mmHg 以下）における E R G を検索したものは少ない。御手洗、高木（1963）の報告は、a 波及び b 波についてであり、C 波については記載がない。私達は高圧酸素治療装置で減圧による酸素不足が、気道閉塞或は眼圧上昇による血流遮断に起る酸素不足とは、網膜に対する作用機序が異なると考えの下に、減圧が家兔に与える全身反応を追求する一つの指標として、E R G（特に b 波及び c 波）を検索したので報告する。

実験方法：体重 2 kg 以上の有色及び白色成獣家兔を用い、全身麻酔はネオプタール 50 mg/kg 筋注投与した。散瞳は 2% アトロピン及びミドリン P（参天製薬製）を点眼した。誘導電極として亜鉛-硫酸亜鉛不飽和性電極に永田式コンタクトレンズを使用した閉眼電極は角膜上に、不飽和電極は剃毛した眼窩上部の頭皮上に、それぞれ接着させた。家兔は金属性家兔固定器に固定し、暗室に設置した高圧酸素治療装置（パナコン 2000 S 型、福生機器株式会社、株式会社羽生田鉄工所製）内に置いた。刺激光の照度は角膜上 800 ルツクスとし、刺激持続時間は 10 秒、刺激繰り返し間隔は 5 分とした。E R G の記録は直流増幅器（RDH-2 日本光電製）及びペン書き描記器を用いた。b 波の振幅としては、a 波の消失の場合 a 波の頂点から b 波の頂点までの高さを計測し、c 波の振幅としては、b 波の下降脚から c 波の上行脚へ移行する最低点から c 波の頂点までの高さを測定した。

実験成績：図 1 は、大気圧から徐々に減圧を続け 5 分毎に記録した E R G を表わし、左側に気圧 (mmHg)、右側に減圧開始点からの時間を示し、図上で a, b, c 及び d は、それぞれ潜時の短縮、陰性の a 波、それに続く陽性の b 波及び c 波の頂点時の比較的長い c 波を示す。c 波に続く急激な下降曲線は d 波で off 応答であるが、今回は b, c 波のみを対象とし、d 波は対象としない。図 2 は減圧に耐えて c 波は b 波より早期に消失し、c 波の頂点時の短縮がみられる。

1) b 波の振幅は、酸素不足の無関域（大気圧 760~525 mmHg）ではほぼほとんど変化なく、代償域（525~432 mmHg）で 5% 増加、障害域（432~354 mmHg）では 8% の増加、障害域から危険域の移行部（360 mmHg）で 10% の減少を示し、危険域（354~308）から致死域（308 mmHg 以下）の移行部（320 mmHg）で約 20% の減少がみられ、大気圧 280 mmHg で 7 例中 2 例に b 波の消失がみられ、大気圧 240 mmHg で全例の b 波の消失がみられた。
2) c 波の振幅は無関域から減少の傾向がみられ、代償域及び障害域で約 10% の減少、障害域から危険域の移行部では 35% の減少、危険域から致死域の移行部で 66% の減少、致死域では更に急激に振幅が減少し消失した。c 波の消失は b 波より早期で大気圧 320 mmHg で 7 例中 4 例、大気圧 280 mmHg で 7 例中 5 例の消失がみられた。

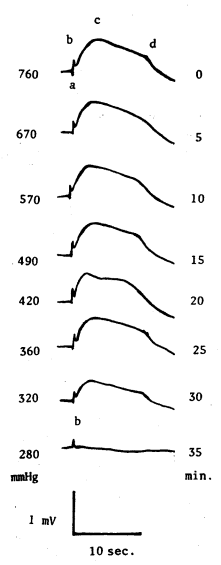


図 1. 家兔 E R G

3) C波の頂点時は無閃域では約10%の短縮, 代償域では約20%の短縮, 障害域では約30%, 障害域から危険域の移行部では約36%の短縮率を示し, 危険域から致死域の移行部では約40%, 致死域に入ってから急激にC波の消失のみみられ頂点時訂調が不能となった。

考按: 減圧による酸素不足の環境下では家兔ERGのC波はb波より早く消失し, 且つ影響もb波より早期に出現する。これは花束の気道閉塞法及び眼圧上昇法による成績に一致した結果である。このことについて猪股²⁾は, 酸素分圧の増減によるC波とb波の変動発現に要する時間的差については, C波発生源はb波発生源に比べて酸素供給が行われ易い状況によるものと推定している。現在ERGの発生源位についてはC波はおそらく色素上皮, b波は双極細胞層から発生するであろうと推定され, 又培養方法は, 家兔では脈絡膜血管から色素上皮を介して行われているといわれている。これらのことと考慮し, 私達は, C波発生源の方がb波発生源³⁾の方が酸素分圧の増減に対する抵抗力が小さいと表現している。次いで猪股³⁾(1964)は眼圧上昇法で網膜を酸素不足にさせた時のERGの振幅と網膜の酸素分圧について定量的に述べている。網膜の酸素分圧が正常時の30%の時b波の振幅はほとんど減少せず, 網膜の酸素分圧が10%に減少した時C波の振幅のみ50%の減少を示した。また, b波振幅については極く僅かでも振幅減少があれば網膜の酸素分圧は甚だしく(彼³⁾の定義によれば, 正常時の10%以下)低下していると結論している。しかし, 減圧によるb波の変動は, Mitarai¹⁾では5000m(40.5 mmHg)で50%の減少, 我々の実験成績では, 360mmHgで10%の減少のみみられ, このときの吸気中の酸素分圧は85~75.6 mmHgであり, 猪股³⁾の定義の如く網膜の酸素分圧が正常時の10%以下の環境と異なっている。これらのことから減圧環境がただ酸素不足のみならず, 圧力の変化に伴って特殊環境であることが考えられる。従ってb波振幅の10%以上の減少率は既に生体に重大な危険の迫っている事を示しそれ以上の減少率は急激な減圧に対する生体の防衛機序の破壊を来し, b波消失へと連なり生体に非可逆的事態の到来を意味する。これに対しC波振幅はb波のそれよりも酸素不足状態及び減圧環境に敏感に関連し, b波は存するがC波の消失は生体にとり危険状態を示唆し, 早期警鐘と見做される。又, C波の頂点時の短縮は酸素不足の状態と良く関連し, 生体の危険状態の早期警鐘の手段として有用である。家兔と猫についての酸素不足に対する成績は著しく異なり, 猫ではb波がC波より早期に消失する報告が, 三田⁴⁾(1969)によってもなされおり, これらの成績を人間の場合に適用するには十分慎重な検討を要する。

結論: 大気の減圧下では, 家兔ERGのC波はb波よりも早く消失する気道閉塞法及び眼圧上昇法による花束の成績とも一致する。またC波の頂点時は短縮する。従って生体の異常環境に伴う酸素不足の病態生理をうかがう指標としてERGは一つの有意義な実用的手段である事を示した。

参考文献: 1) G. Mitarai & S. Takagi: Effects of hypoxia on the visual pathway in rabbits. Ann. Repo. of the Resear. Instit. of Enviro..Med. Nagoya Univ. 13, 1-5 (1965); 2) K. Inomata: Influence of anoxia upon standing- and action potential of the rabbit's eye. J. Iwate med. Ass. 16, 96-103 (1964); 3) K. Inomata, Y. Tazawa & K. Kojima: Studied on the influence of anoxia upon standing- and action potential of the rabbit's eye; Supplement to the former report. J. Iwate med. Ass. 16, 323-329 (1964); 4) T. Mita, K. Inomata, Y. Sugawara & T. Sato: Studied on the standing potential of the retina in rabbit and cat. The Japanese Journal of Physiology 19, 360-372 (1969)