



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	動脈性空氣栓塞（特に総頸動脈）の實驗的研究
Author(s)	中根, 英夫; NAKANE, Hideo; 村形, 友治 他
Citation	低温科學, 8, 163-168
Issue Date	1951-12-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/17514
Type	departmental bulletin paper
File Information	8_p163-168.pdf



動脈性空気栓塞（特に總頸動脈）の實驗的研究*

中根英夫 村形友治 多田典正

(低温科学研究所 医学部門)

(昭和25年12月受理)

I. 前 言

先に著者の一人中根は靜脈性空気栓塞の病理について検討を加え、従来閑却されていた腦機能の栓塞孔に対する役割について新知見を得て發表した。此度は更に動脈性空気栓塞について追究をすすめた結果次の成績を得た。

實驗方法： 腦波、呼吸曲線及び心電図の撮影方法其他實驗様式は殆んど靜脈性栓塞の時と同様である。實驗動物は体重 2kg 前後の成熟家兎を用いた。

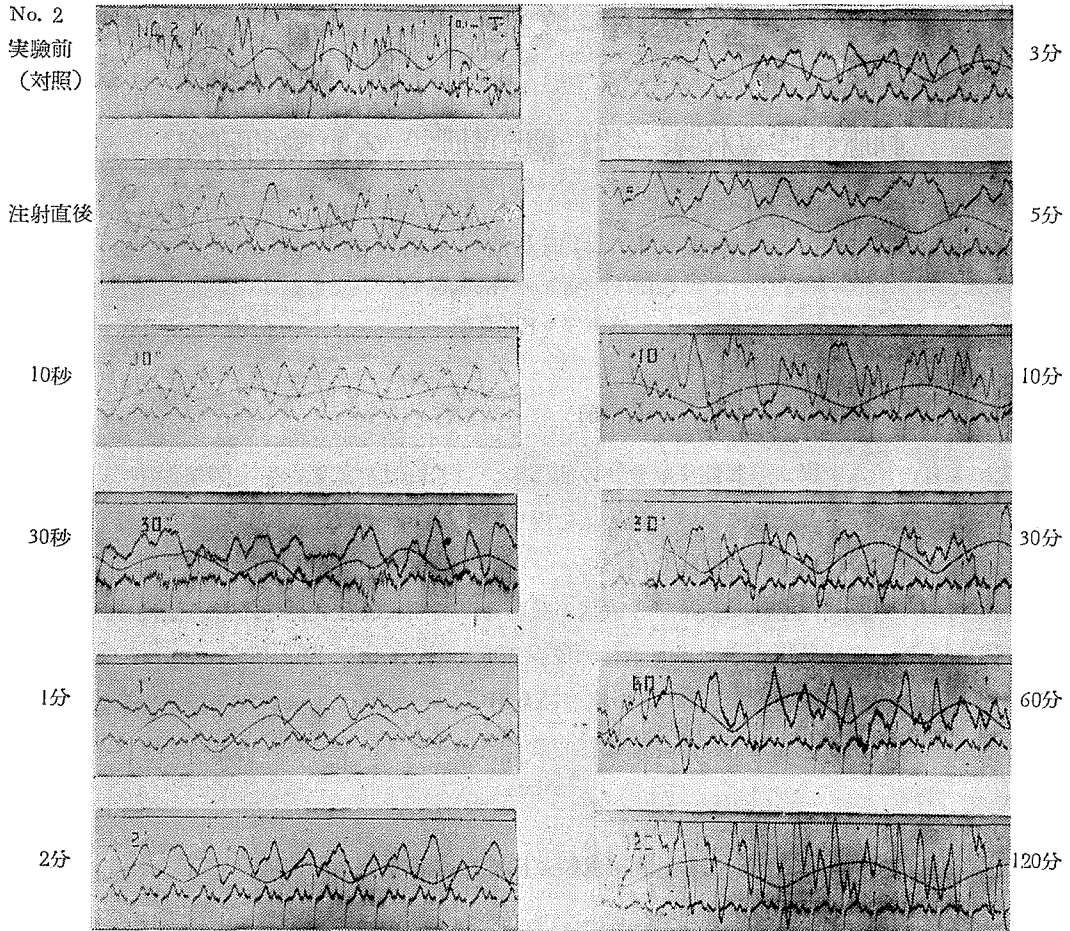
家兎の右側總頸動脈を露出し 5c.c. の注射筒を用い、空氣 1c.c. を其の儘 1秒間で前記動脈内に注射した。注射速度其他の条件には特に意を用い可及的に同一条件となるように心掛けた。

II. 實驗成績並に總括、考按

1. 腦波、呼吸曲線

No. 2 (白色, ♂, 2.8kg) では家兎は注射後 1分位迄かなり暴れた。2分以後では比較的平靜な状態を保つて生存し続けた。實驗前で速波 (12.8Hz, 6 μ v, 連続度1.4秒) がみられたが注射直後より 3分までは消失し、5分に至つて再び速波が徐波に重疊してみられる。其後 10分, 2時間, 2時間30分で夫々速波がみられた。即ち夫々周波数 11.6, 10.0, 10.6Hz, 振幅 46.0, 95.0, 16.0 μ v, 連続度 1.6, 2.4, 1.5秒である。注射直後の徐波の振幅は實驗前の約 60% に減じた。1分では僅かに 20~45 (平均 31.5) μ v, 即ち實驗前の $\frac{1}{3}$ 以下である。其後は漸次振幅を増し 10分では 40~180 (平均... 以下略す... 96) μ v である。徐波の周波数は直後及び 10秒では 6Hz 前後のものがみられるが其後 3分迄は 5~3Hz が腦波の主体をなしている。10秒以後では δ 波の傾向がかなり強いが 5分では崩れ、時に徐波に速波が不規則に重疊して現れた。其後 δ 波の傾向はみられない。次に呼吸については呼吸描記操作直後の呼吸数は 125, 注射後 30秒ではかなり不規則で平均 102 であるが、其後 5分までは呼吸数はかなりの変動がみられるが 30秒を除いて比較的規則的であつた。5分以後は平靜な規則的な呼吸であつた。

* 北海道大学低温科学研究所業績 第135号

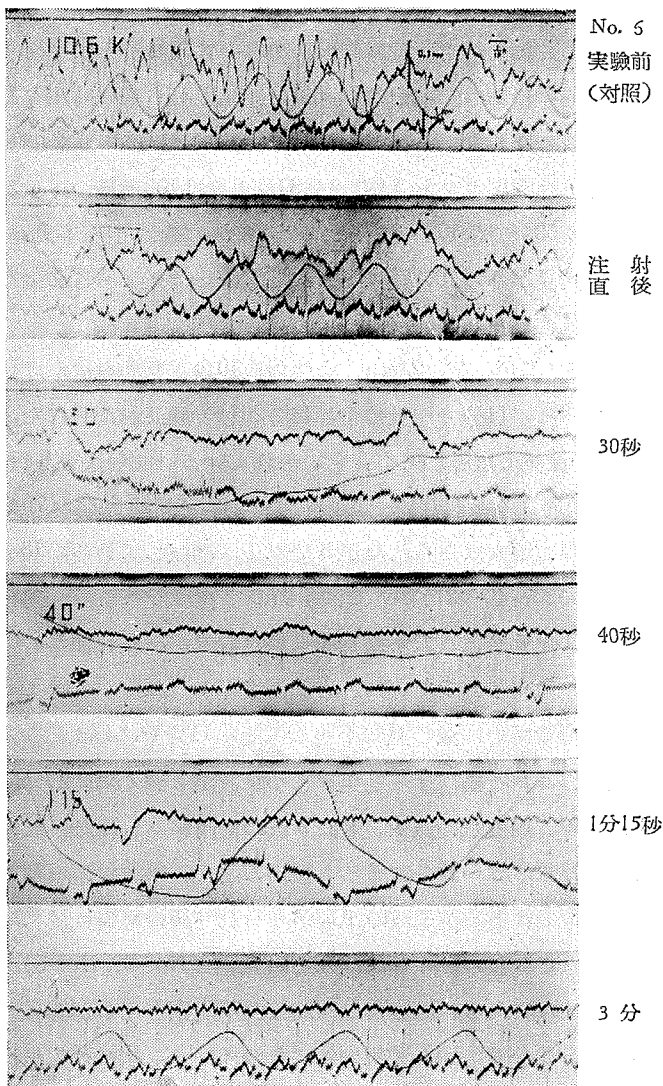


第 1 図

No. 7 (白色, ♀, 1.8kg) は前者と同様生存した例である。家兎は注射後30秒迄相当激しく暴れたが其後は平靜となつた。先ず脳液については実験前は10.6Hz, 67 μ vで1.6秒連続する速波がみられたが注射直後より5分迄は全くみられない。10分では再び速波が現れ(9.6Hz, 51.0 μ v, 1.2秒), 17分では2群みられた(夫々周波数8.9, 8.7Hz, 振幅99.0 μ v, 55.0 μ v連続度1.1, 1.5秒)。30分でも同様速波がみられた。(9.0Hz, 44.5 μ v, 1.2秒)。つまり10分以後に於てみとめられた速波は9Hz前後の略同じ性格のものであつた。徐波の振幅は No. 2に於ける程は減少しなかつた。注射後10秒では実験前の70%, 20秒(40%), 30秒(32.5%)で, 1分30秒では91%である。1分30秒では本経過中最も著しい減少である。其後漸次振幅の恢復を来しほぼ実験前40~50%を示した。徐波の周波数の減少が注射後より著しく, はじめは5, 4Hz, 其後4, 3Hzが主である。30秒以後では2Hzも時にみられる。3分, 5分では3Hzが主体である。即ち5分迄は周波数の減少が著しい。 δ 波の傾向は注射直後ではかなり不整であるが認められ其後も不規則ながら現れている。10分ではみられなくなり同時に速波がみられる。即

ち本例は5分までは振幅の著明な減少，周波数の減少， δ 波の傾向がみられる。呼吸は注射直後より規則性はやゝ崩れ10秒では不整の度を増し呼吸数は平均80である。20秒では規則的ではあるが極めて浅表で小，呼吸数は240である。30秒182，1分132と呼吸数は減じ2分よりは100前後となるが，なお規則的である。其後も此の状態のまゝ続く。

No.6 (白色, ♂, 1.9kg) では注射後15秒頃より30秒頃まで家兎は暴れ其後は比較的平靜となり105分で呼吸停止した。心搏動はその時には未だ認められた脳波は可成り特徴ある経過を示した。即ち注射後に於て速波の出現は全くみられない。注射直後では周波数の小さい脳波の現れる傾向が大きいが，振幅の減少は余り著明でない。30秒では振幅は急に減少し10~70 (平均22) μV で実験前の約 $\frac{1}{5}$ である。30秒より40秒にかけて振幅の減少は更に強度となり40秒で脳波は消失した。即ち本例では注射直後より徐波のみで途中所謂 δ 波を示すことなく，30秒で振幅は著明に減少し，40秒で脳波は消失した。其後脳波は再び現れなかつた。呼吸停止の105分に比べると極めて早期に脳波の消失がみられた。呼吸は20秒では規則性が失はれ且極めて浅表となつてゐるが時に深く大きいこともある。其後2分30秒まで呼吸数は著しく減じ，2分では僅か14にすぎない。3分より増し80~90前後を示し且規則的である。30分では呼吸は規則的であるが42と減じた。60分では更に減じ10前後である。此の間家兎は外見上平靜である。此の状態のまゝ105分で呼吸は停止した。



第 2 図

に減じ10前後である。此の間家兎は外見上平靜である。此の状態のまゝ105分で呼吸は停止した。

No. 3 (褐色, ♂, 2.9kg) では注射直後より約30秒まで著しく暴れている。其後漸次平靜

となり其状態のまゝ約4時間後には呼吸停止した。脳波については速波(実験前)は実験前から注射後3分まではみられなかつた。振幅は30秒より減じて実験前の40~60%となり、2分30秒35%、3分25%と更に減じた。 δ 波の傾向は認められない。5分で速波(10.2Hz, 45 μ v, 1.1秒)がみられた。徐波の振幅はかなり増大し40~130(75) μ vで実験前の約70%である。其後10分では速波は徐波に重疊して不規則であるが30分、60分では夫々10.2, 11.3Hz, 51.0, 47.0 μ vのものが1.1, 1.2秒連続して現れた。徐波の平均幅は実験前の50~60%である。即ち5分以後では速波がみられ、それらは略同じ性格のものであつた。又徐波の振幅もかなり増大し、総括的に5分で脳波はかなり恢復されたと考えられる。其後60分までの経過は著しい差異はなかつた。その上家兎の外見上からも一時生存しつゞけるかと思われたが約4時間後呼吸停止した。注射直後より30秒頃までかなり不整な呼吸で平均60代を示した。1分以後では呼吸は規則性をとり戻し1分30秒よりは100前後の呼吸数を示した。其後概ね呼吸は規則的であり60分では100で外見上も平靜であつた。即ち本例は脳波は5分で、呼吸は1分頃より恢復の所見がみられ、外見上の所見も併せ考えて一時は生存しつゞけるかと思われたが約4時間後死亡した。(呼吸停止)。

No. 5(黒色, ♀, 2.6kg)は注射後10秒より25秒にかけ、又35秒より50秒にかけて可成り暴れている。11分で呼吸停止し14分20秒で脳波が消失した。速波は注射後ではみられず、たゞ5分で徐波に重疊して不安定に現れている。注射後より徐波の周波数は減じ5.4Hzが多い。 δ 波の傾向はみられない。其振幅は注射直後は実験前の70%、30秒では40%代である。其後一時振幅の増大はみられたが5分以後は漸減している。10分で30~70(47) μ v、呼吸停止した11分で20~40(27) μ vで実験前の $\frac{1}{2}$ 程度である。注射後一時呼吸数の増加がみられ20秒頃よりは呼吸は極めて不整且呼吸数の減少がみられ僅かに20代である。30秒以後呼吸数は再び増加の傾向にあつたが何れも規則性がみられる。3分より呼吸数は再び減じ5分では52となり10分では更に減じ且つ不整である。11分では停止した。

以上の成績を総括すると生存しつゞけた2例(No. 2, No. 7)では空気注入後の脳波に振幅の減少、周波数の減少、更に δ 波の傾向がみられた。此の傾向はNo. 2では比較的固定してみられる。5~10分に至ると振幅の増大、周波数の増加などみられ所謂 δ 波は消失した。又不安定ではあるが速波の出現がみられ其後の経過に於て実験前の速波に似た性格のものもみられた。脳波のこの傾向は死亡した例(No. 3, No. 5)でもみられた。呼吸曲線は注射後暫くは呼吸の数、深度などはかなり不規則となるが30秒~1分前後に至るとかなり規則性が恢復し5分では殆んど規則的になつている。次に死亡した例では脳波消失までの時間はかなりさまざま No. 6では僅かに40秒、No. 5では14分20秒で消失している。No. 3では呼吸停止に至るまでの時間が約4時間を要し、脳波の完全な追究は出来なかつた。No. 6では脳波は極めて早期即ち40秒で消失したにも拘わらず30秒までは振幅の減少、周波数の減少はそれほど著しくない。

以上の脳波の所見は萱嶋、只埜が木炭を総頸動脈より注入して大脳血管栓塞時に得た所見とはかなり異つている。又中根が静脈性空氣栓塞の実験でのべた処の種々の原因による脳の酸素缺乏時における脳波の老人の成績と比較するに Yeager & Walsh の徐波の出現の所見とは類似する点が見られ又 Asenjo の述べた成績とは一致しない点が多い。其他黒沢、Kornmüller, Palme & Strughold 等の所見中徐波の出現、周波数の減少などでは類似する所見がみられた。然しながら脳神経細胞の一時的刺戟に基くとなした所謂 α -Aktivierung の所見は、静脈性栓塞の時と同様認められなかつた。

本実験で注射後振幅の減少、周波数の減少、更に例によつては所謂 δ 波の傾向がみられた事などは静脈性栓塞の時と類似する所見である。死亡した例では心臓機能停止より早期に脳波の消失がみられた点も相通する。然しながら呼吸停止との関係は可成り異なる。即ち静脈性の場合では呼吸停止と脳波消失とは殆ど同時か又は前者が少しはやかつたが本実験では No. 6 のように脳波は40秒で消失したが呼吸は其後ながく行はれ規則性もかなりあつて105分まで続いた例もある。

2. 心電図

静脈性栓塞の時と比べて心電図の所見は比較的單調で障碍は軽度であるように思われる。即ち No. 2 では3分迄は心搏数に多少の変動がみられたのみである。其後は実験前と殆んど同様である。たゞ10秒、3分、5分で T 波の増高があつたが30分以後では、これも消失した。即ち変化は極めて單調で軽度である。No. 7 では実験前102の徐脈であつた。10秒までは更に減じた。然し其後は漸増し30分では97であつた。各棘波、刺戟生成及び傳導にも変化がみられた。即ち20秒で房室不完全栓塞による不整脈性の徐脈（心搏数平均102）があつたが1分よりは心搏動は規則的調律を全くとり戻しそのままつゞいた。陰性の T 波は注射直後及び10分以後でみられた。1~5分では ST は上昇の傾向にあるが5分以後ではみられない。即ち本例は心電図にかなりの変化がみられたが家兎は死亡せず生存しつゞけた。No. 6 では心搏数はかなりの増減を示した。40秒、1分15秒で規則的に反復出現する期外収縮がみられた。1分~1分30秒は心搏数150~180。2分以後は実験前と略同様、10分以後では心搏数は漸減し60分では109。1分30秒より ST は上昇の傾向にあり ST. T は單相曲線様である。No. 3 では注射直後より30秒迄は心搏数はかなり減じた。20秒で規則的に反復出現する期外収縮がみられた。其後60分迄は実験前と略同様の所見であつた。No. 5 の20秒、30秒では心搏数は著しく減じ50代であつた。30秒では期外収縮（平均頻度 $\frac{1}{2}$ ）があり、ために不整である。T 波は陰波である。1分より1分30秒では心搏数は再び200代に増加した。其後は心搏数は漸減した。猶3分及5分では期外収縮（頻度平均夫々 $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{12}$ ）、5分では陰性の T 波がみられた。ST は3分よりは漸次下降の傾向にあり、10分よりは T 波の陰性は更に著明となつた。11分では心搏数52で14分20秒即ち脳波の消失時期には心室振動がみられた。

以上心電図にみられた個々の変化の種類は、静脈性栓塞の時にみられたものと大差はない

が、全般的な経過について比較してみると、即ち静脈性の場合には途中心電図の障碍所見が一過性に現れ之が回復し又新しい変化が生ずる、更に正常復帰又は之に近い所見が数度にわたりみられ、然もこの傾向は呼吸停止後でも時にみられたのに対して、本実験では一度位の回復で且余り著明ではない。又静脈性では全例にみられた房室分離の所見は本実験成績では No. 7 に於てみられたのみであり、例によつては (No. 2, No. 3) 心電図には殆んどみるべき変化のなかつたものもある。

即ち静脈性では耳静脈へ注射した空気は先ず第一に心臓に到達するが動脈性の場合では先ず肺毛細管に一部栓塞し残余が静脈系に移行するであろう事、注射した空気量は静脈系の 5 c.c. に対し動脈性では 1c.c. であることなどが、兩者の差異の原因の一部であろう。

以上死亡した例では脳波は注射直後から変化がみられ、心搏動停止より早期に消失している事、呼吸曲線は注射後一時不規則となるが再び規則性をとり戻す事、然も心搏動停止に先立つて停止するのがみられた事などは何れも本実験に於ても脳機能の障碍が甚しい事を示すものと考えられる。呼吸中樞のある延髄は脊推動脈の支配下にあり、頸動脈注射では一次的には栓塞を来たさないとと思われるので、静脈性の場合と異り猶呼吸の問題については更に今後の検討を要するであろう。

III. 結 言

- 1) 静脈性空気栓塞と同様な実験方法即ち脳波、呼吸曲線及び心電図の同時連続撮影により、家兎総頸動脈より空気 1c.c. を注射した場合の動脈性空気栓塞について検討を加えた。
- 2) 其成績は個体により区々で死亡せるものと生存しつづけるものとがみられた。
- 3) 前に発表した静脈性空気栓塞と比較するに死亡せる例では脳波と呼吸曲線の関係に差異がみられた。又心電図の変化は比較的單調で軽度であつた。

文 献

中根英夫 1951 静脈性空気栓塞の実験的研究. 低温科学, 7.
 其他は「静脈性空気栓塞の実験的研究」参照

R é s u m é

To investigate the pathology of the air-embolism, the brain waves, electrocardiograms and respiratory curves were observed by injecting 1 cc of air in the A. carotis communis of rabbit within 1 second.

The results do not come out constant, for instance some rabbits die while the others don't. The brain waves in the later cases recover their normal characters in 5-10 minutes after injection, and those in the former cases disappear earlier than the cease of the heart beat. The changes in the electrocardiograms are slight and simple as compared with those of the air-embolism caused by the injection in vein.