人頸動脈球摘出が低酸素および高炭酸 ガス呼吸におよぼす影響

東京大學醫學部美甘内科教室

鯨 坂 秀 朗

INFLUENCE OF THE EXTIRPATION OF BILATERAL CAROTID BODIES IN MAN UPON THE INHALATION OF THE GAS MIXTURE OF LOW OXYGEN CONTENT AND OF HIGH CARBON DIOXIDE CONTENT

BY

Hidero Ajisaka

Medical Clinic of Prof. Mikamo, Medical School, Tokyo University

The inhalation tests of the gas mixture of low oxygen content and of high carbon dioxide content were made in man whose carotid bodies had been extirpated bilaterally.

The results obtained are as follows :

- 1) About three weeks after the extirpation of bilateral carotid bodies, the respiration volume of the normal air was diminished than before.
- 2) About three weeks after the extirpation, the respiration volume of the low oxygen gas mixture tended to be less than that of the normal air, and it was the more marked, the poorer the oxygen content of the inhaling gas mixture.
- 3) More than four months after the extirpation, the respiration volume was not increased when the arterial oxygen content reached about 15.6 vols per cent, but was increased instantly when the content showed 12.1 vols per cent being less than normal.
- 4) After the extirpation of bilateral carotid bodies, the respiration volume of the high carbon dioxide gas mixture also tended to be less than before, but it became normal relatively soon.

緒 言

頸動脈体が刺激されると呼吸および血管運動中枢の亢奮を來たして、過呼吸および血圧の上昇がおこることは、C. Heymans, Bouckaert & Dautrebande¹⁾ 以來多くの研究者によつて犬・猫・兎等の動物について証明せられた。更に Bouckaert, Dautrebande & Heymans²⁾, Heymans &

Bouckaert³⁾ 及び Comroe & Schmidt⁴⁾ 等によつて、血圧変化と呼吸変化とが分離され、頸動脈球が化学感受器として作用するのであり、頸動脈球によつて低酸素血（動脈血中酸素分圧の低下或は組織呼吸毒による中毒等に見られる）、アチドーシス更に動脈血中 CO₂ 分圧の上昇は反射性に過呼吸を起こすことが推定されている。

水素又は窒素の吸入によつて起こる過呼吸は洞神経及び減圧神経を切断すれば殆ど消失するが、これ等両神経の切断によつても消失しない場合がある。Gesell⁵⁾によれば、これは呼吸中樞が刺激されるためであり、Selladurai, & Wright⁶⁾はこれに反対し、Schmidt⁷⁾は呼吸を左右する他の因子が除外出来ないとしている。また Bouckaert, Heymans & Samaa⁸⁾は洞神経及び迷走神経の切断により低酸素血によつて起こる過呼吸が完全に消失するのを見た。

CO₂の刺激効果について Heymans, Bouckaert & Dautrebande¹⁾は洞灌流実験で36.3 Vol. % CO₂の灌流液を用い反射的に呼吸が刺激されることを見たが、Schmidt⁹⁾も麻酔犬及び除脳猫について灌流実験を行い、CO₂によつて起こる反射性の過呼吸は低酸素血の場合に比較して遙かに軽度であり、動脈血中 CO₂ 濃度の増加が 4.6 Vol. %で反射性過呼吸を起こした例をあげている。Bernthal¹⁰⁾は CO₂ に対する化学感受器の感受性は個々の動物によつて非常な差異があり、反射性の過呼吸を起こすCO₂張力の最少有効値は15mmHgであると報告した。更に Comroe & Schmidt⁴⁾は反射性の過呼吸を起こすCO₂増加の最少量として4 Vol. %を示し、中樞性の過呼吸は僅かに1 Vol. %の CO₂ 増加でも起こり2 Vol. %の増加によつて呼吸量が2倍に増加することを見ている。

Bogue & Stella¹¹⁾, Samaa & Stella¹²⁾, Zottermaann¹³⁾, Euler, Liljestrand & Zottermann¹⁴⁾等は猫の洞神経化学受容体線維の動作電流について研究し、動脈血中 CO₂ 張力の小さい時即ち33~35mmHg で既に動作流の放電が認められCO₂ 張力の増加と共に増加し、低酸素血に関しても動脈血中酸素飽和度が96%以下となると反射性効果が見られることを観察した。この結果から化学感受器は正常動脈血中の CO₂ 及び O₂ 濃度においても緊張性に作用していると結論している。

以上の実験は主として神経切断か又は麻酔下の動物における実験であつて頸動脈球のみを摘出し

たものではない。従つて他の求心性衝撃をも遮断し、又は中樞の麻痺を起こすおそれがある。著者は頸動脈球を摘出した人体において低酸素空気及び高炭酸ガス空気を吸入せしめた場合の呼吸量の変化、さらにこれと動脈血中酸素濃度との関係を頸動脈球摘出前後について観察し、人体頸動脈球の化学感受作用の一端を明らかにしたので、ここに報告する。

實驗方法

1) ガス吸入装置 2箇の一方方向弁を有するT字型ガラス管をマウスピースに連結して口腔呼吸を行わせ、ガラス管の吸気端は一定のガスを入れたダグラスバッグへ、呼気端はガスメーターへ導いて呼吸量を30秒毎に讀んだ。吸入実験終了後、総呼吸量と総吸入量の等しいことを確めた。ガスメーターは抵抗の少ない廻転式のものを使用した。健康対照例について行なつた煤紙描記法による呼吸の検査ではガスメーターの有無によつて変化を認めなかつた。

2) 吸入ガス 空気の O₂ 含有量を21%, CO₂ 含有量を0.03%と見做して、これに窒素又は炭酸ガスを適当に混合し、夫々10% O₂, 7% O₂, 3% CO₂, 5% CO₂を含む空気を人為的に作製した。

3) 実験対象 東大佐々内科入院患者及び外來患者、一部東京逓信病院入院患者を含む39例で、そのうち男31例、女8例である。年齢は14才より55才にわたり、健康対照例10例、気管枝喘息対照例12例、頸動脈球摘出例17例（進行性筋萎縮症、尋常性白斑各々1例、気管枝喘息15例）である。

4) 方法 ガスメーターは軽度ではあるが一定の抵抗を有し、且つ呼吸は意志に左右されることが多いため、一定時間出来るだけ平静無意識的に呼吸させることに努め、呼吸量が大体一定するのを確めてから、用意した空気の吸入を開始した。吸入時間は3~5分とし、低酸素空気又は高炭酸ガス空気負荷後の呼吸量としては、吸気から肺で吸収され頸動脈球又は呼吸中樞に到達するまでの時間、即ち肺頸動脈球循環時間に相当する間の呼吸量を除外するために、負荷後30秒乃至1分

Table 1

	Age	Sex	B. W. kg	Diagnosis	Normal Air l/min.	10% O ₂ l/min	R.V.I.	7% O ₂ l/min	R.V.I.	3% CO ₂ l/min	R.V.I.	5% CO ₂ l/min	R.V.I.
Carotid Body (+)	40	♂	65.0	Health	7.3	9.3	1.27	10.7	1.47	10.3	1.41	12.5	1.73
	31	♂	50.0	"	4.9	6.4	1.31	6.6	1.35	7.0	1.43	8.2	1.67
	31	♂	53.0	"	3.5	4.6	1.31	6.6	1.89	5.1	1.46	7.5	2.14
	29	♂	48.0	"	6.5	8.3	1.28			8.0	1.23		
	28	♂	52.5	"	7.4	8.5	1.15			8.3	1.12		
	51	♂	49.3	"	8.1	10.1	1.25			8.5	1.05		
	23	♂	39.0	"	11.2	13.4	1.20			14.3	1.28		
	45	♀	49.9	"	7.1	10.7	1.51			9.9	1.39		
	19	♂	42.5	"	4.6			9.0	1.96			6.3	1.37
	35	♂	51.5	"	4.2	5.1	1.21			5.3	1.26		
	19	♂	42.0	Asthma bronchiale	7.6	9.7	1.28	11.7	1.54	10.6	1.39		
	45	♂	48.5	"	9.2	13.2	1.43			13.3	1.45		
	47	♂	51.0	"	5.3	7.9	1.49			9.6	1.81		
	26	♂	50.0	"	8.0	10.5	1.31	14.0	1.75	11.5	1.44		
	15	♂	35.9	"	6.3	8.5	1.35			7.4	1.17		
	19	♀	43.2	"	6.1	8.5	1.39			7.3	1.20		
	54	♂	48.0	"	3.4	6.7	1.97			5.0	1.47		
	21	♂	42.2	"	8.0			15.5	1.94			16.5	2.06
	17	♂	49.5	"	7.8			11.7	1.50			11.8	1.51
	38	♂	48.7	"	8.0			9.8	1.23			11.3	1.41
	45	♀	45.0	"	6.0			7.9	1.32			6.7	1.12
	47	♂	56.2	"	4.1			8.9	2.17			8.2	2.00
Carotid Body (-)	26	♂	50.0	Asthma bronchiale	7.1	6.3	0.89	6.7	0.94				
	37	♂	41.0	"	7.3	7.7	1.05	7.0	0.96				
	31	♂	43.0	"	6.6	7.0	1.06	5.5	0.83				
	27	♂	45.0	Dystrophia musc. progr.	3.8	3.4	0.89	3.5	0.92				
	38	♀	45.0	Asthma.	4.5	3.9	0.87	3.8	0.84				

R.V.I. (Respiration Volume Index)=10% O₂, 7% O₂, 3% CO₂, 5% CO₂/normal air

間の呼吸量を除いたものの平均をとった。試験は摘出前、摘出後3週間及び摘出後4カ月の3回或はそれ以上にわたって行なった。

動脈血中 O₂ 及び CO₂ 濃度との関係を見るために、10% O₂ 或は7% O₂ 空気の吸入を開始して2~3分後、深大頻数の呼吸が起こった時、大腿動脈より採血し van Slyke の法に従って、そ

の容量百分率を測定した。

実験成績

1) 分時呼吸量

第1表に見られるように、正常空気に対する呼吸量は、対照では健康例毎分 4.8~ 8.1l (平均 6.5l)、気管枝喘息例毎分 5.2~ 8.1l(平均6.7l)であつて、気管枝喘息患者の呼吸量はやゝ多い傾

向にあるが、非発作時であり症例も少ないために統計学的に有意の差を認めない。これに低酸素空気および高炭酸ガス空気を負荷すると、その呼吸量は健康対照例では夫々

10% O₂ : 6.3~10.7 (平均 8.5) l

7% O₂ : 5.2~11.2 (平均 8.2) l

3% CO₂ : 6.3~10.7 (平均 8.5) l

5% CO₂ : 4.4~12.9 (平均 8.9) l

気管枝喘息対照例では夫々

10% O₂ : 7.3~11.3 (平均 9.3) l

7% O₂ : 8.8~13.9 (平均 11.4) l

3% CO₂ : 6.7~11.8 (平均 9.2) l

5% CO₂ : 4.2~15.6 (平均 10.9) l

となり気管枝喘息例の方が大である。今これを正常空気の場合の呼吸量に対する比であらわし増加率とすれば、両者の増加率には特徴のあることがわかる。即ち増加率は健康例では

10% O₂ : 1.22~1.33 (平均 1.28)

7% O₂ : 1.21~2.12 (平均 1.67)

3% CO₂ : 1.16~1.42 (平均 1.29)

5% CO₂ : 1.26~2.20 (平均 1.73)

気管枝喘息例では

10% O₂ : 1.24~1.68 (平均 1.46)

7% O₂ : 1.32~1.95 (平均 1.64)

3% CO₂ : 1.24~1.60 (平均 1.42)

5% CO₂ : 1.12~2.12 (平均 1.62)

となり、10% O₂ 或は3% CO₂ に対しては気管枝喘息例の方が増加率が大であるが、更に高度の負荷即ち7% O₂、5% CO₂ に対しては両群ともほぼ同程度の増加率を示している。各群とも症例が少なく決定的なことは云えないが、気管枝喘息例は軽度の刺激に対しては健康例よりも強く反応するけれども刺激が強くなるのに応じて強く反応できず却つて弱い反応を示すようになる。このことは気管枝喘息の呼吸困難の機構の解明にある程度の意義を有するものではないかと考えられる。

次に頸動脈球摘出例は術後3週前後で且つ0.2% NaCN の1.0cc静注¹⁵⁾により呼吸量の増加を認めず、両側の頸動脈球摘出完全と考えられるも

のであるが、術後の正常空気に対する毎分呼吸量は3.8~7.9 (平均 5.9) l となり対照例に比して明らかに減少している。これに低酸素空気を負荷すれば

10% O₂ : 3.2~8.0 (平均 5.6) l

7% O₂ : 3.3~7.3 (平均 5.3) l

となり、正常空気の場合の呼吸量に対する比、即ち増加率は夫々

10% O₂ : 0.83~1.07 (平均 0.95)

7% O₂ : 0.83~0.96 (平均 0.90)

である。この結果は対照例に比較して全く呼吸量の増加のないことを示すものであり、負荷によつても却つて減少することを示しておる。且つこの減少は10% O₂ よりも7% O₂ に対する場合の方が強い。

2) 頸動脈球摘出後の時間的経過

両側頸動脈球摘出後3週前後の検査では、低酸素空気の負荷によつて呼吸量は却つて減少し、対照例と反対の反応を示すものが多く、また低酸素の程度が強くなるほどその傾向も強くなるように考えられるので摘出後の時間的経過について観察した。その結果は第2表及び図に示す通りである。

摘出後1年以内の観察例7例、1年以上3年以内の観察例13例中、10% O₂ 空気の負荷により呼吸増加率1.1以上あるいは1.0以下を示すものは夫々3例だけであつて、他の14例は1.0以上1.1以下の増加率を示しており、その平均値は夫々1年以内1.03 (0.92<m<1.14)、1年以上3年以内1.07 (0.97<m<1.17)となる。これに対し7% O₂ 空気の負荷によつては大多数が1.1以上1.4以下の呼吸増加率を示しており、対照例に比較するとまだ及ばないけれども、10% O₂ 空気負荷の場合よりは強い反応を示している。即ち7% O₂ 空気負荷の場合の呼吸増加率は1年以内1.19 (1.05<m<1.27)、1年以上3年以内1.20 (1.12<m<1.27)の平均値を示す。この結果は低酸素空気に対する生体の呼吸反応の閾値が高くなり、酸素欠乏の程度が強くならなければ反応しなくなるため

Table 2

Age	Sex	B.W. kg	Diagnosis	Elapsed Time After Op	Normal Air l/min	10% O ₂ l/min	R.V.I.	7% O ₂ l/min	R.V.I.	3% CO ₂ l/min	R.V.I.	5% CO ₂ l/min	R.V.I.
26	♂	50.0	Asthma bronchiale	Before	10.1	17.1	1.69	18.0	1.78				
				4 Weeks	7.1	6.3	0.89	6.7	0.94				
				4 Months	5.6	6.6	1.18	7.2	1.28	5.8	1.04		
37	♂	41.0	Asthma bronchiale	Before	11.7	14.5	1.24	14.3	1.22				
				4 Weeks	7.3	7.7	1.05	7.0	0.96				
				4 Months	6.3	6.1	0.97	6.3	1.00	7.9	1.25		
31	♂	43.0	Asthma bronchiale	18Months	6.8			9.2	1.35	10.2	1.50		
				One Side	6.3	7.4	1.17	9.8	1.56				
				4 Weeks	6.6	7.0	1.06	5.5	0.83				
27	♂	45.0	Dystrophia musculorum progressiva	4 Months	5.2	5.2	1.00	6.4	1.23	7.2	1.38		
				Before	6.0	6.6	1.10	6.9	1.15				
				4 Weeks	3.8	3.4	0.89	3.5	0.92				
38	♀	45.0	Asthma bronchiale	4 Weeks	4.5	3.9	0.87	3.8	0.84				
				22Months	5.4	5.7	1.06	7.2	1.33	6.3	1.17		
				18Months	4.1	5.0	1.22	5.6	1.37	5.1	1.24		
14	♀	32.5	"	19Months	4.6	5.6	1.22	6.3	1.37	5.3	1.13		
55	♂	45.0	"	9 Months	7.3	6.8	0.93	9.2	1.26				
25	♂	47.8	"	13Months	6.0	6.6	1.10	6.8	1.13	7.4	1.23		
30	♀	44.0	"	11Months	4.2	4.4	1.05			4.8	1.14		
23	♀	46.0	Vitiligo vulgaris	15Months	3.1	3.3	1.06	3.5	1.13	4.9	1.58		
21	♂	35.4	Asthma bronchiale	5 Months	8.7	9.0	1.03	10.6	1.22	10.1	1.16	11.0	1.26
24	♂	45.5	"	24Months	5.4			6.4	1.19			9.8	1.81
20	♀	37.0	"	16Months	3.8	3.9	1.03	4.1	1.08				
26	♂	47.8	"	10Months	5.4	5.8	1.07	6.1	1.13	6.8	1.26		
19	♂	41.5	"	17Months	7.7			8.4	1.09			8.5	1.10
25	♂	40.5	"	15Months	8.5	9.0	1.06	10.3	1.21				
24	♂	58.0	"	15Months	7.6	6.1	0.80	7.5	0.99	9.7	1.28		
				27Months	6.0			6.6	1.10			10.1	1.68
				36Months	8.7			10.6	1.22			16.0	1.84

と考えられるが、NaCNの静注によつて呼吸量増加がおこらないので、呼吸中樞あるいは頸動脈球以外の他の化学感受器による代償作用が成立し、ある程度以上の刺激には反応するようになるためであろう。更にまた両側頸動脈球の摘出によつて直後には自律神経系、内分泌系の失調状態をひきおこし、これが時日の経過とともに改善されてゆくことにもよるであろう。この代償の成立および失調状態の改善は摘出後数カ月以内では速かに進展し、低酸素空気の負荷に対して一定度の呼吸反応を示すようになるが、その後の経過では敏感の程度・反応の強さに余り変化が見られず、対照例よりは明らかに大分弱い反応を示すにとどまる。

3% CO₂ 空気負荷に対する呼吸量の増加率は4カ月以上1年以内の観察例6例、1年以上3年以内の観察例7例の平均値は夫々1.21 (1.08 < m < 1.33), 1.31 (1.08 < m < 1.54) であり、気管枝喘息対照例に比較すれば明らかに低いが、健康

対照例に比較すれば、1年以内ではやや低く1年以上3年以内では差を認めがたい。5% CO₂ 空気の負荷を行なつた5例中1例を除いて、その呼吸増加率は対照例の5% CO₂ 空気負荷の際の呼吸増加率の変動の範囲内にある。即ち両側頸動脈球の摘出により、3~5% CO₂ 空気負荷による過呼吸は摘出直後やや減少の傾向を示すが、その後比較的速かに正常範囲にまで回復する。このことは頸動脈球が高炭酸ガス空気負荷による呼吸反応に関与してもその程度は少ないことを示すものと考えられる。

3) 高炭酸ガス呼吸に対する麻酔の影響

正常成人5例、頸動脈球摘出例3例にパントポン 1.0ccを皮下注射し、20~30分後に3% CO₂ 空気の吸入を行い呼吸量を測定したが、両者いずれにも呼吸量の増加がおこらないか、あるいは逆に呼吸量が減少する。これは高炭酸ガス空気に反応して呼吸量を増すのは主として呼吸中樞である

図 1

Table 3

	Age	Sex	B.W. kg	Diagnosis	Time After Op	Normal Air l/min.	Narcotica (+)		Narcotica (-)
							3 % CO ₂ l/min	R.V.I.	R.V.I.
Carotid Body (-)	25	♂	47.8	Asthma bronchiale	13Months	8.2	7.7	0.94	1.23
	24	♂	58.0	"	15Months	7.3	6.4	0.88	1.28
	26	♂	47.5	"	10Months	6.0	5.9	0.98	1.26
Carotid Body (+)	23	♂	39.0	Health		10.4	9.5	0.91	1.28
	35	♂	51.5	"		5.0	5.2	1.04	1.26
	28	♂	52.5	"		7.4	7.0	0.95	1.12

ことを示すものと考えられる。例数が少ないために呼吸量の減少の程度および炭酸ガス濃度について正常成人と両側頸動脈球摘出者との間に有意の差を見出し難い。従つて麻酔の条件下で高炭酸ガス呼吸に頸動脈球がどの程度関与するかを明らかにし得なかつた。

4) 動脈血中 O_2 および CO_2 濃度

低酸素血に対する化学感受器の閾値について、Ellis¹⁶⁾ は人体で吸気中の酸素が 18%に減少すれば反射性効果があると云う。対照時の酸素を 21%，760mmHg とすればこれは 23mmHg の酸素分圧低下に相当する。又動物では Schmidt⁹⁾ が除脳猫の頸動脈洞灌流実験で、酸素濃度が 5 Vol. %減少すれば過呼吸のおこることを見、麻酔犬に

についても同様のことを観察した。更にその後の実験で、Comroe & Schmidt⁴⁾ は動脈血中酸素濃度の 4 Vol. %の減少で既に反射性過呼吸のおこることを見ている。Bernthal¹⁰⁾ によると 15%の酸素で平衡せしめた血液で反射性効果がはじまると云う。

著者の実験例では表に示すように 10%および 7 % O_2 空気吸入後 2～3 分の動脈血中酸素濃度は、夫々対照例

10% O_2 : 14.8～16.7, 平均 15.8 (14.8 < m < 16.7) Vol. %

7 % O_2 : 10.3～14.1, 平均 12.7 (11.4 < m < 14.0) Vol. %

両側頸動脈球摘出例

10% O_2 : 14.0～16.4, 平均 15.1 (12.6 < m <

Table 4

	Age	Sex	B.W. kg	Diagnosis	R.V.I.	O_2 Vol %			CO_2 Vol %		
						Before	After		Before	After	
Carotid Body (+)	45	♂	48.5	Asthma bronchiale	143	18.8	15.8	3.0	49.4	50.2	+0.8
	26	♂	50.0	"	131	17.3	15.3	2.0	45.6	46.1	+0.5
	40	♂	65.0	Health	127	19.3	16.3	3.0	48.8	48.3	-0.5
	51	♂	49.3	"	124	17.6	15.4	2.2	50.3	50.0	-0.3
	47	♂	51.0	Asthma bronchiale	149	18.9	14.8	4.1	42.3	43.1	+0.8
	23	♂	39.0	Health	120	20.2	16.7	3.5	49.7	49.8	+0.1
	47	♂	56.2	Asthma bronchiale	218		16.4			50.3	
	31	♂	53.0	Health	189	19.8	14.1	4.7	50.1	50.3*	+0.2
	19	♂	42.5	"	196	18.3	12.9	5.4	48.8	48.5	-0.3
	19	♂	42.0	Asthma bronchiale	154	18.1	13.5	4.6	50.0	50.2	+0.2
	17	♂	49.5	"	155	18.2	10.3	7.9	40.1	41.0	+0.9
	38	♂	48.7	"	120	16.7	12.8	3.9	50.3	49.9	-0.4
	40	♂	65.0	Health	147	18.3	11.9	6.4	48.5	48.7	+0.2
	21	♂	42.2	Asthma bronchiale	194		13.5			44.8	
Carotid Body (-)	26	♂	47.8	Asthma bronchiale	107	20.9	16.4	4.5	47.1	47.4	+0.3
	24	♂	58.0	"	80	18.6	15.9	2.7	52.3	53.0	+0.7
	25	♂	47.8	"	93	18.7	14.0	4.7	43.8	44.7	+0.9
	25	♂	40.5	"	106	19.9	14.2	5.7	49.0	49.5	+0.5
	19	♂	41.5	Asthma bronchiale	109	18.4	11.5	6.9	50.9	51.2	+0.3
	26	♂	50.0	"	89	19.6	13.2	6.4	48.3	48.5	+0.2
	21	♂	35.4	"	121	17.9	8.5	9.4	48.9	49.3	+0.4
	24	♂	45.5	"	119	18.5	11.2	7.3	54.8	54.3	-0.5

17.6) Vol. %

7% O₂: 8.5~13.2, 平均 11.1 (8.0<m<14.2) Vol. %

となつた。この結果は頸動脈球摘出例の方が対照例よりも動脈血中酸素濃度が一見低いようであるけれども、少数例であること、採血時間が多少ずれるためと考えられ、呼吸量が相違するためにおこる有意の差であるとは考えられない。従つて假に両者を同一と見做せば、10%および7% O₂ 吸入後2~3分における動脈血中酸素濃度は95%の信頼度で、平均夫々15.6 (14.8<m<16.4) Vol. %および12.1 (10.8<m<13.4) Vol. %となる。

以上のことから、人体では15.6 Vol. %の動脈血中酸素濃度で頸動脈球は刺激されて反射性に過呼吸をおこすが、両側頸動脈球を摘出すれば、この程度の酸素濃度では殆ど呼吸反応を認めず、摘出後年余を経過してもこのことには余り変化がおこらない。しかし動脈血中酸素濃度がさらに低下し、平均12.1 Vol. %程度になると頸動脈球摘出直後には却つて呼吸量の減少をきたすが、摘出後4カ月以上経過すると、ある程度呼吸量の増加がおこるようになる。

Bernthal¹⁰⁾, Comroe & Schmidt⁴⁾ は動脈血中炭酸ガスが反射性に過呼吸をおこす濃度は、中樞性に過呼吸をおこす濃度に比較して遙かに高いことを示しているが、著者の例においては同時に測定した動脈血中炭酸ガス濃度は、低酸素空気吸入の前後において多少の増減を示すが一定の傾向が見られず、これが呼吸量増加におよぼす影響は無視してよいと考えられる。

考 按

Schmidt⁷⁾ は低酸素血および高炭酸ガス血に対する呼吸反応を中樞性と反射性との要素にわけて模型的に図示した。これによると低酸素血に対してはもつぱら反射性の要素が主となり、その刺激閾値は吸気中の酸素分圧の低下23mmHgであつて、それよりも低酸素血の強さが増すに従つて直ちに最高の呼吸効果をおこすようになり、それ

以上低酸素血の強さが増しても呼吸量はあまり増さず水平線を描く。中樞性の要素は動脈血中酸素濃度の減少が4 Vol. %以上に達すると呼吸量を増すが、8 Vol. %以上になると却つて呼吸量を減少せしめる。これに反して高炭酸ガス血に対しては中樞性の要素が主となり、反射性の要素は10 mmHg 分圧、4 Vol. %以上の増加によつてはじめて呼吸効果を示し、これより濃度が増すに従つて直線的に増加するが、中樞性の要素による呼吸効果は却つて減少してゆく。

著者の実験例中对照例では10% O₂ よりも7% O₂, 3% CO₂ よりも5% CO₂ の方が呼吸効果が大であるが、両側頸動脈球を摘出すると、摘出直後では7% O₂ による呼吸効果は却つて減少する傾向があり、摘出後4カ月以上では10% O₂ に対しては殆ど呼吸量の増加がおこらないのに7% O₂ に対しては対照例に比較すると少ないけれども一定の呼吸量増加を示すようになる。これは摘出後3週前後では植物神経系、内分泌系の失調状態もあるであろうが、反射性効果が失われもつぱら中樞性の要素が関与しており、7% O₂ 濃度では上の模型で中樞性効果の減少する部分に相当しているためと考えられる。また摘出後数カ月以後では、頸動脈球以外の反射性要素がある程度まで次第に代償を行うようになることを示すものであろう。高炭酸ガス空気吸入による呼吸量の増加が頸動脈球摘出後一定の期間や減少するのは、3~5% CO₂ 濃度では既に反射性要素も加わっているため、頸動脈球摘出により反射性要素が失われるためと考えられる。

結 論

以上のことから次のことが結論される。

- 1) 両側頸動脈球摘出後3週前後では、安静時正常空気の呼吸量は減少する。即ち頸動脈球は正常動脈血中酸素濃度においても緊張性に作用している。
- 2) 両側頸動脈球摘出後3週前後では、酸素欠乏空気吸入により呼吸量は却つて減少する傾向があり、酸素欠乏の度が強くなると呼吸量減少も強

くなる。

3) 両側頸動脈球摘出後4カ月以上では、14.0～16.7平均15.6 Vol. %程度の動脈血中酸素濃度では殆ど呼吸量増加がおこらないが、8.5～14.1平均12.1 Vol. %程度に減少すると、摘出前に比較して軽度ではあるが、一定の呼吸量増加がみられる。

4) 高炭酸ガス呼吸に対しても両側頸動脈球を摘出すると、呼吸量増加の度が減少するが、これは時間の経過とともに正常に回復する。

(本論文の要旨は昭和24年日本内科学會總會席上で発表した。)

文 献

1) Heymans, C., J.J. Bouckaert and L. Dautrebande: Arch. internat. Pharm. et Therap. 39, 400, 1930. — 2) Bouckaert, J.J., L. Dautr-

ebande and C. Heymans: Annal. de Physiol. 7, 207, 1931. — 3) Heymans, C. and J.J. Bouckaert: Compt. Rend. Soc. Biol. 112, 1240, 1933. — 4) Comroe, J.H., Jr, and C.F. Schmidt: Am. J. Physiol. 121, 75, 1938. — 5) Gesell, R.: Ann. Rev. Physiol. 1, 185, 1939. — 6) Selladurai, S. and S. Wright: Quart. J. Exper. Physiol. 22, 233, 1932. — 7) Schmidt, C.F. and J. H. Comroe: Physiol. Rev. 20, 115, 1940. — 8) Bouckaert, J.J., C. Heymans and A. Samaan: J. Physiol. 94, 49, 1938. — 9) Schmidt, C.F.: Am. J. Physiol. 102, 94, 1932. — 10) Bernthal, T.: Am. J. Physiol. 121, I, 1938. — 11) Bogue, J.Y. and G. Stella: J. Physiol. 83, 459, 1934—35. — 12) Samaan, A. and G. Stella: J. Physiol. 85, 309, 1935. — 13) Zotterman, Y.: Skand. Arch. Physiol. 72, 73, 1935. — 14) Euler, U.S. Von, G. Liljestrand and Y. Zotterman: J. Physiol. 96, 429, 1939. — 15) 上田英雄他: 綜合医学, 第9卷, 5號, 1948. — 16) Ellis, M.M.: Am. J. Physiol. 50, 267, 1919.