

である。欠点は開放式、半開放式と同様である。

② Jackson-Rees 回路 (図 5-10)

Mapleson の分類の F 型を改良したものである。Ayer の T 字管に長い側管をつなぎ、その先端に呼吸バッグを接続する。バッグの尾部は外気中に開放されているため、このバッグの開放端をクランプまたは手指で調節し、調節呼吸や補助呼吸を行う。再呼吸を防ぐために分時換気量の 2~3 倍の麻酔ガス流量を流し、バッグがつねに膨らむようにする。現在市販の製品は呼気調節バルブが備えられており、これを調節して人工呼吸を行う。呼気調節バルブを閉じたままにすると患者の肺に過大な圧がかかり、肺を損傷 (圧損傷) することがあるので注意が必要である。

③ Bain 回路 (図 5-10)

Jackson-Rees 回路の改良型で、蛇管内に細管を通して新鮮ガスを供給する。二酸化炭素の蓄積を防止するため、調節呼吸時には 70 mL/kg/分、自発呼吸時には 100 mL/kg/分の新鮮ガスを流す。

Jackson-Rees 回路
Jackson-Rees circuit

Bain 回路
Bain circuit

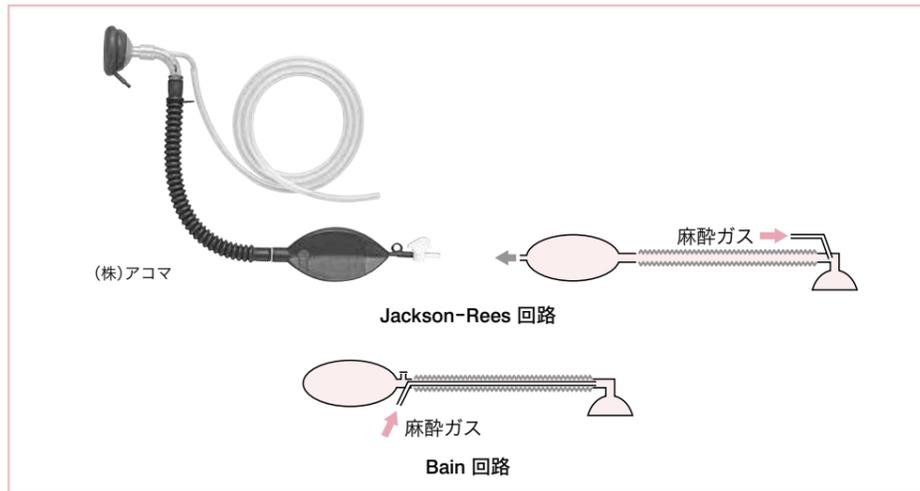


図 5-10 Jackson-Rees 回路, Bain 回路

(3) 半閉鎖循環回路 (図 5-11)

麻酔器に採用されている呼吸回路では新鮮ガスおよび麻酔ガスは流量計と気化器から供給され、患者呼吸回路内を一方向に循環するため循環回路と呼ばれる。呼吸回路は、呼吸バッグ、一方向弁 (吸気弁、呼気弁)、2 本の蛇管、Y アダプター、二酸化炭素吸収装置、APL 弁 (圧力調節弁、ポップオフバルブ) からなる。蛇管は本来 2 本であるが、tube in tube の形で 1 本にした F 回路も術野の妨げになりにくく、よく用いられている。二酸化炭素吸収装置にはソーダライムやバラライムなどの二酸化炭素吸収剤を入れておき、呼気の再吸入による二酸化炭素蓄積を防ぐ。

麻酔器の呼吸回路を流れる新鮮ガス流量はガス供給部の流量計で規定される (図 5-11)。流量計は酸素、空気、亜酸化窒素の 3 種類の医療ガス流量 (L/分) を決定し、表示色はそれぞれ緑、黄色、青とカラーコードが定められている (p.326 参照)。一般に、麻酔維持中は酸素-亜酸化窒素、あるいは酸素-空気の混合ガスで人工呼吸を行う。混合ガスの F_iO_2 (p.18, 19 参照) は各ガスの F_iO_2 と流量から計算できる。たとえば、酸素 1 L/分、空気 3 L/分で投与する場合、酸素の F_iO_2 は 1.0、空気中の F_iO_2 は 0.21 だから、総流量 4 L/分の混合ガスの F_iO_2 は $(1 \text{ L/分} \times 1.0 + 3 \text{ L/分} \times 0.21) / 4 = 0.41$ である。

循環回路では患者の呼気の一部が再利用され、一部は外気中に余剰ガスとして放出され

半閉鎖循環回路
semi-closed circuit system

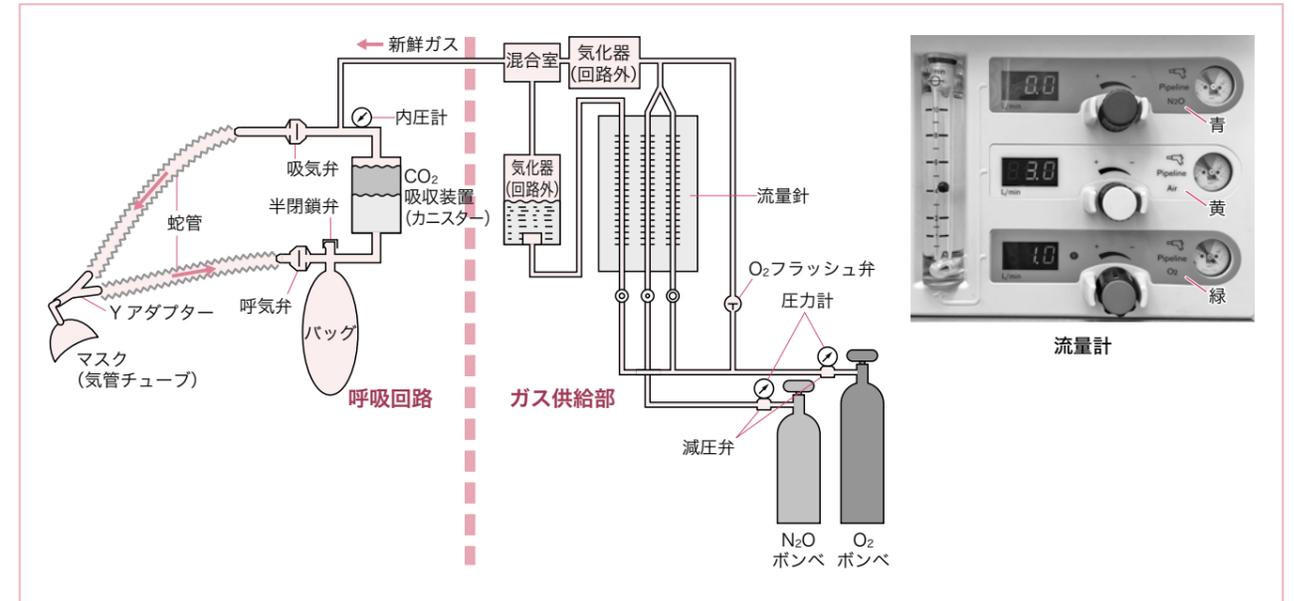


図 5-11 循環式麻酔回路と麻酔器

るため、半閉鎖循環回路ともいう。この割合は APL 弁により調節される。APL 弁を閉じ過ぎるとバッグが過剰に膨らみ、肺を圧損傷する危険性がある。新鮮ガス流量は通常 2~8 L/分を流す。半閉鎖循環回路は新鮮ガス流量によってその性格が変化する。低流量では閉鎖回路に近くなり、高流量では半開放回路に近くなる。低流量では吸入麻酔薬の使用量を節約できるが、二酸化炭素吸収剤の消費が速くなる。セボフルラン麻酔時は、二酸化炭素吸収剤との反応物の蓄積を防ぐために 2 L/分以上の流量を維持する。一方、高流量では二酸化炭素吸収剤がほとんど不要になるが、麻酔薬の使用量が増加する。

循環回路では、患者が吸入するガスは半開放式よりも加温加湿される。しかし、それだけでは不十分であり、十分な加湿のために人工鼻を気管チューブとの間に挿入することが一般的である。人工鼻を用いることで全身麻酔中の体温低下もある程度防ぐことができる。

新生児から乳幼児の麻酔では半開放式回路のほか、成人用循環式回路を小児用に小型化したインファント回路が用いられた。しかし、現代の麻酔器はそのままこれらの患者にも十分に対処可能である。ただし、死腔量を減らすために細い蛇管と体格にあったバッグを用いる。

(4) 閉鎖式循環回路

半閉鎖循環回路で APL 弁 (半閉鎖弁) を完全に閉じ、生体に必要な分時酸素消費量と等しい分量 (250~500 mL/分) だけの新鮮酸素ガスおよび麻酔ガスを供給する方法である。酸素、吸入麻酔薬を大きく節約できるが、二酸化炭素の蓄積、低酸素血症の可能性、麻酔深度調節の困難性などの理由から閉鎖式循環回路はあまり用いられてこなかった。しかし、ゼノンやデスフルランなど、MAC が大きく高価な薬剤では有用性が提唱されている。

閉鎖式循環回路
closed circuit system

2 麻酔に必要な器具

(1) マスク

麻酔用フェイスマスクにはさまざまな型と大きさの製品がある。マスクは口と鼻を覆うのに十分な大きさが必要であるが、大きすぎると死腔が増えるため、とくに乳幼児では注意を要する。また顔面形態の変形を伴う者 (無歯顎の高齢者、顎切除後など) には、その

マスク
mask