

質疑応答

(質問) 高動脈圧患者の麻酔維持における動脈圧の安全限界について
ご教示下さい。
(長崎県：K・T)

(回答) 稲田 英一*

臓器血流量減少と虚血は同義ではない

動脈圧といっても、それが収縮期動脈圧か、拡張期動脈圧か、あるいは平均動脈圧かを明確にする必要がある。臓器灌流量や、自己調節能に関与しているのは、平均動脈圧である。したがって、動脈圧というのは、ここでは平均動脈圧と解釈するのが、最も適当と考えられる。

脳、腎臓、心臓といった重要臓器には、臓器血流の自己調節能が備わっていることが知られている。臓器血流の自己調節は、平均動脈圧がある程度の範囲内で変化しても、その臓器の血流量は変化しないことを意味している。臓器血流量が減少しても、必ずしも臓器の虚血が起きるわけではないことに注意しておく。臓器の虚血あるいは低酸素血症は、臓器への血流量や酸素供給量と、酸素消費量とのバランスにより決定される。臓器血流量が減少しても、低体温、麻酔薬により酸素消費量が低下していれば、覚醒時よりも臓器血流量が減少しても、臓器虚血は起こらないと考えられる。動脈圧が同じであったとしても、心拍数増加による心筋酸素供給量減少と酸素消費量増加、心充満圧上昇による冠灌流圧低下などが存在すれば、心筋虚血が起こる閾値は変化する。

心臓の場合

高血圧症が存在すると、心室肥大が起こる。心室肥大が起こると心筋酸素消費量が増加するだけでなく、心筋肥大により毛細管と心筋細胞間の距離が開く。酸素の拡散距離が増大する。また、安静時でも冠動脈拡張しているために、心筋酸素需

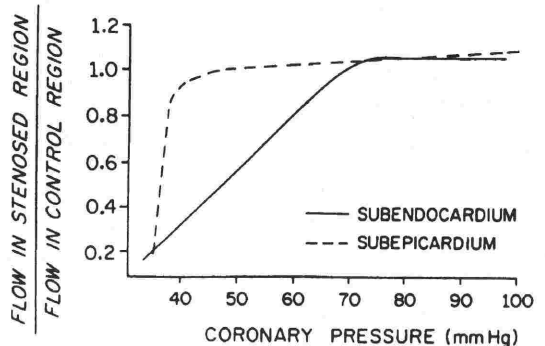


図1 心外膜側と心内膜側への冠血流量の自己調節能 (文献¹⁾より引用)

横軸は冠灌流圧、縦軸は冠動脈狭窄部分と正常な冠動脈の血流比を示す。破線は心外膜側の血流、実線は心内膜側の血流を示す。冠動脈狭窄部があると、心内膜側の血流が減少しやすいことを示す。

給バランスが不利になったときに起こる血管拡張予備力が障害される。したがって、心室肥大があると、心筋酸素需給バランスは、正常時よりも障害されやすい。とくに心内膜側は虚血に陥りやすいと考えられる (図1)。

高血圧症の問題と、高血圧症により促進される動脈硬化症が原因で起こる冠動脈狭窄や頸動脈狭窄、あるいは腎障害も低血圧の限界を考える際には重大な影響をもつ。動脈狭窄が存在すれば、その程度により耐え得る低血圧の程度も変化する。冠動脈狭窄の程度が50%を越えると、冠血管抵抗上昇の度合いが強まり、狭窄の程度が75%を超えると冠血管抵抗は急激に上昇する。高度の冠動脈狭窄がある状況では、軽度の動脈圧低下でも、心筋虚血が招来されうる。冠動脈狭窄をイヌにおける実験でも、狭窄後の圧が70 mmHg以下になると、心内膜下領域への血流量は圧依存性になる。

*帝京大学医学部麻酔科学講座

脳血流量

脳灌流圧は、通常、平均動脈圧と中心静脈圧あるいは頭蓋内圧のうち高い方の圧との差として定義される。正常な状態では、頭蓋内圧も中心静脈圧も5~10mmHg程度であるため、平均動脈圧をもって脳血流量の限界が論議されることが多い。脳血流量の自己調節域の下限は、教科書的には50~70mmHg程度とされている。しかし、多くの報告では、実際の下限はそれよりも高い70~90mmHgとされている。これは、平常時の平均動脈圧の85~90%に相当する。

高血圧患者では、脳血流量の自己調節域が上昇することが知られている。高血圧患者の自己調節域の下限は110mmHgと報告されている。また、降圧療法を行い血圧を正常化した場合には、数週間

の経過で、自己調節域が正常域に戻る。高血圧患者の自己調節域の下限は、やはり安静時血圧の85~90%と報告されている(表)。したがって、脳血流量の安静時状態の維持という観点からは、高血圧患者で動脈圧を下げた場合、安全な下限は110mmHg、安静時動脈圧の85%ということができる。

しかし、前述したように脳血流量が安静時血圧よりも低下したからといって、ただちに脳虚血が起こるわけではない。

脳全体を考えた場合、脳血流量は50(45~65)ml/100g/min程度である。脳血流量は部位により異なり、灰白質では、75ml/100g/min、白質では15ml/100g/minである。ヒトで、頭部挙上や薬物により血圧を低下させた場合、脳虚血症状を起こす脳血流量は、正常血圧の場合も、高血圧患者の

表 脳血流量の自己調節の下限、および脳虚血症状を呈し始める血圧・脳血流量に関する報告(文献²⁾より引用)

報告者 (発表年)	対象	年齢 [§] 歳	症例数	安静時 平均動脈圧 mmHg	安静時 脳血流量 ml/100g/分	自己調節下限 mmHg (%) 決定法	脳虚血症状を呈し始める 平均動脈圧と脳血流量		血圧低下法	脳血流量測定 (推定)法 [§]		
							mmHg (%)	ml/100g/分(%)				
Finnerty (1954) ¹⁾	若年正常血圧	37	7	84	46		35 (42)	31 (67)	ヘキサメトニウム +頭部挙上	N ₂ O		
	高齢正常血圧	75	10	79	48		29 (37)	29 (60)				
	高血圧	62	8	113	48		47 (41)	29 (61)				
	悪性高血圧	40	7	179	60		89 (50)	35 (58)				
Moyer (1954) ³⁾	正常血圧		3	94	41		48 (51)	28 (68)	トリメタファン	N ₂ O		
Strandgaard (1973) ⁴⁾	正常血圧	70	3	112		70 (63)	40 (36)	(66)	トリメタファン +頭部挙上	I/a-v		
	高血圧	54	10	146		120 (82)					68 (47)	(73)
Strandgaard (1976) ⁵⁾	正常血圧	60	8~10	98		73 (74)	43 (44)	(71)	トリメタファン +頭部挙上	I/a-v		
	高血圧,治療群	59	7~9	116		96 (83)					53 (46)	(70)
	高血圧,治療前	59	4	146		118 (81)					72 (49)	(74)
	高血圧,治療後	59	4	124		115 (93)					66 (53)	(73)
	高血圧,未治療*	52	11~13	145		113 (78)					65 (45)	(70)
Waldemar (1989) ⁶⁾	正常血圧	21~36	12	92		81 (89)	自動		トリメタファン +下半身陰圧負荷	I/a-v		
	高血圧	27~57	7	119		101 (85)						
Schmidt (1990) ⁷⁾	正常血圧	21~36	12	96		83 (86)	自動		トリメタファン +下半身陰圧負荷	I/a-v		
	高血圧	26~56	7	125		107 (86)						
Jørgensen (1993) ⁸⁾	正常血圧	21~40	8	91 [#]				45 [#]	頭部挙上	TCD		
Larsen (1994) ⁹⁾	正常血圧	21~61	12	89 [#]	66 [#]	79 [#]	自動		トリメタファンまたは ラベタロール+陰圧	133Xe		
	正常血圧	21~61	12	89 [#]		91 [#]				TCD		
Olsen (1995) ¹⁰⁾	正常血圧	23	8	94		88 (94)	自動		ラベタロール+陰圧	I/a-v		
Olsen (1996) ¹¹⁾	正常血圧	23	8	93		83 (89)	自動		ラベタロール+陰圧	I/a-v		
	正常血圧	23	8	93		77 (83)				NIRS		

*: 降圧薬に反応しない高血圧患者を含む §: N₂O: 亜酸化窒素による Kety-Schmidt 法, I/a-v: 脳動静脈含量隔差(CaO₂-CjvO₂)の逆数から脳血流量変化を推定
§: 平均または範囲 # : 中央値 ¹³³Xe: ¹³³Xe クリアランス法, TCD: 経頭蓋ドプラ法, NIRS: 近赤外線分光法

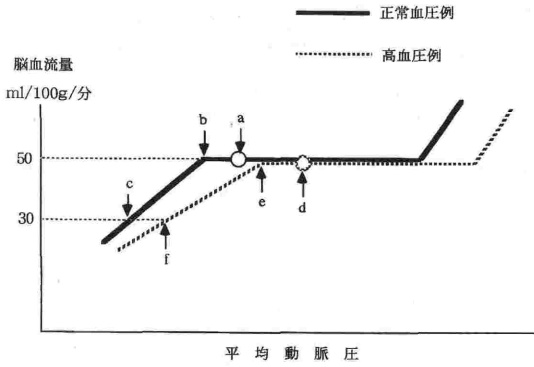


図2 正常血圧例と高血圧例の脳血流の自己調節能 (文献²⁾より引用)

安静時平均動脈圧：正常血圧例 (a)，高血圧例 (d)
 脳血流の自己調節の下限：正常血圧例 (b)，高血圧例 (e)
 脳虚血症状を呈し始める脳血流量と血圧：
 正常血圧例 (c)，高血圧例 (f)
 正常血圧例，高血圧例ともに，自己調節の下限と脳虚血症状を呈し始める血圧は，それぞれ安静時血圧の約85%と45%。

場合も，30～35 ml/100 g/minである。これは，安静時脳血流量の70～75%に相当する。安静時血圧の40～50%にまで血圧が低下すると，このレベルにまで脳血流量が減少すると報告されている (図2)。だが，このレベルまでの血圧低下を容認できるかということは別問題である。中木村は文献の解析を行い，脳血管障害や頭蓋内病変がない場

合，90～99%のヒトが脳虚血症状を起こさない血圧の下限は，安静時平均動脈圧の60～70%としている²⁾。

まとめ

自己調節の臓器血流の維持という点から考えた場合，平均動脈圧は，安静時の85～90%まで許容できると考えられる。中枢神経系障害がない場合，90～99%のヒトが脳虚血を起こさないですむのは，安静時平均動脈圧の60～70%以上である。しかし，残り1～10%が脳虚血を起こす危険を考えると，実際には，低血圧の下限は，それよりも高い値に設定するべきである。高血圧症が存在する場合には，心肥大，冠動脈や脳動脈の狭窄や閉塞といった続発症が起こる可能性も高く，安全な血圧の下限は，やや高めに設定した方がよいだろう。したがって，高血圧患者の麻酔中の血圧維持は80%までは安全であるというのは，大きくははずれてはいないが，十分な科学的裏づけがない基準といえるだろう。

文献

詳しい参考文献は，両文献の文献リストから探すことができる。

- 1) 稲田英一：低血圧の限界—心臓の観点から—。循環制御 20：51-55, 1999
- 2) 中木村和彦：血圧低下はどこまで容認できるか—脳機能の観点から—。循環制御 20：45-50, 1999