

クモ膜下出血による穿通動脈リモデリングの検討

高橋和孝¹, Macdonald RL², 溝井和夫¹

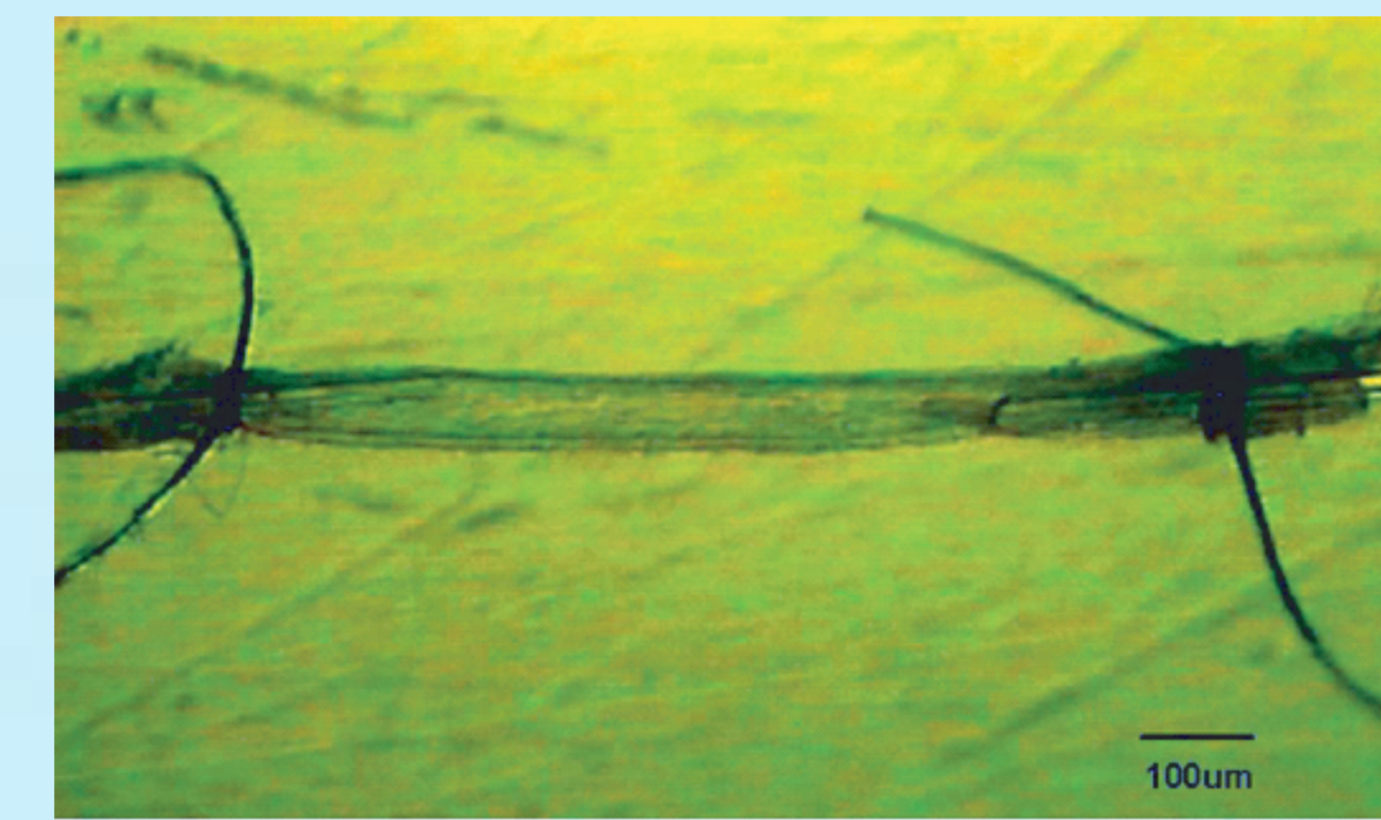
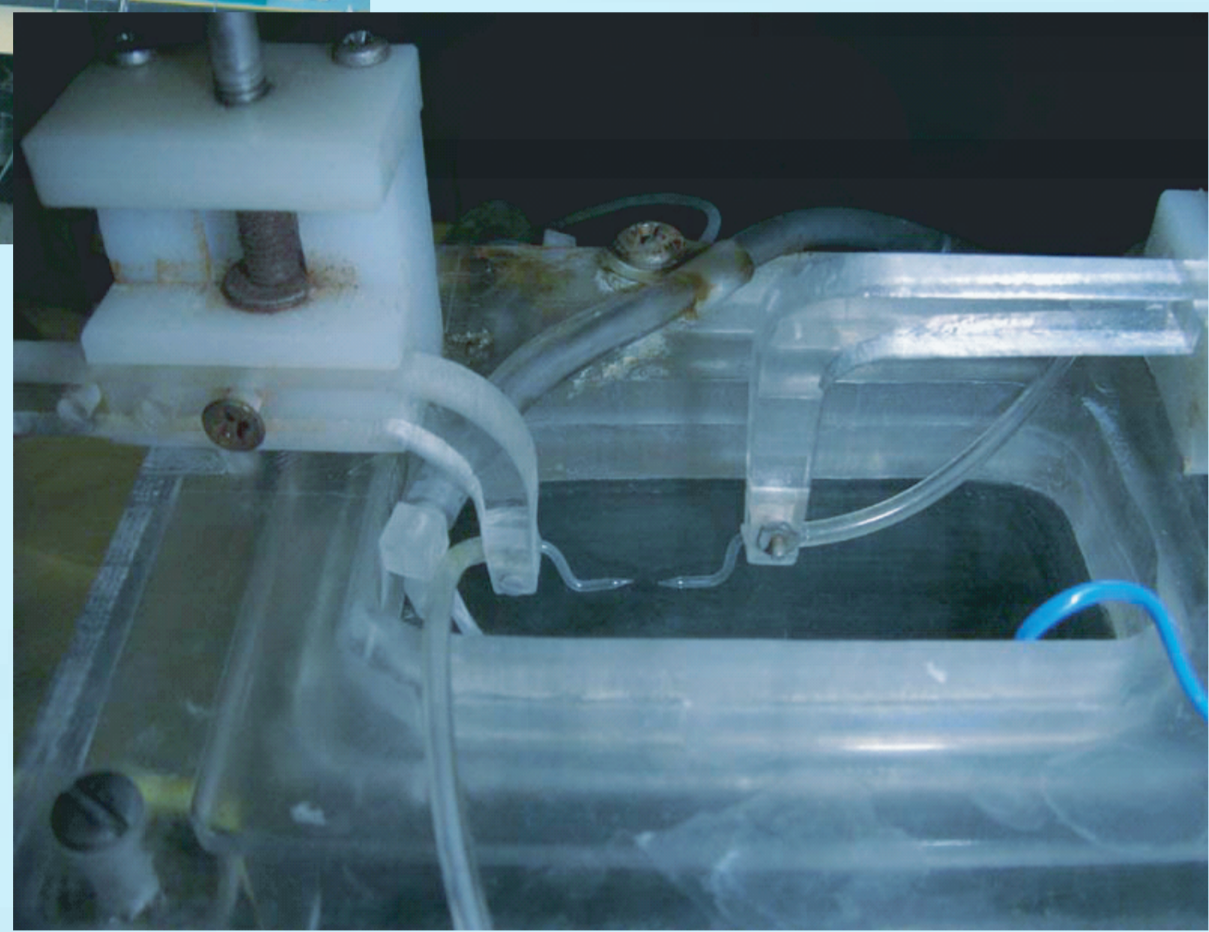
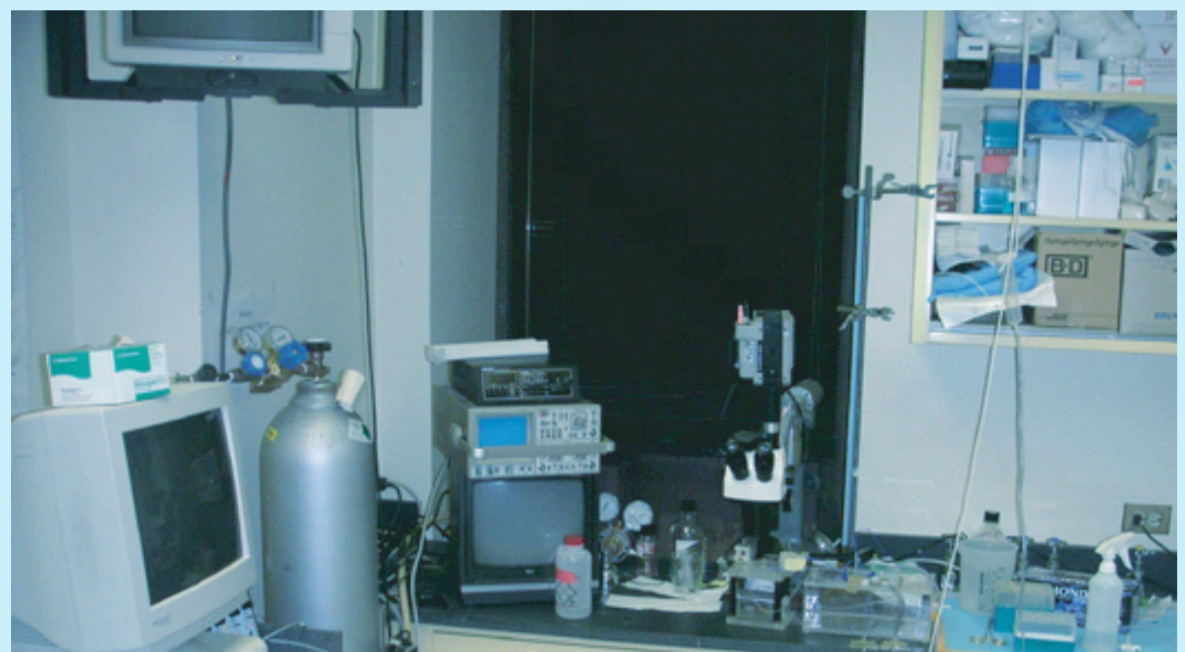
¹秋田大学医学部 神経運動器学講座 脳神経外科学分野

²Section of Neurosurgery, Department of Surgery, University of Chicago Medical Center, IL, USA

【目的】穿通動脈と脳底動脈におけるクモ膜下出血による脳血管リモデリングをPressurized artery法により、比較・検討すること。

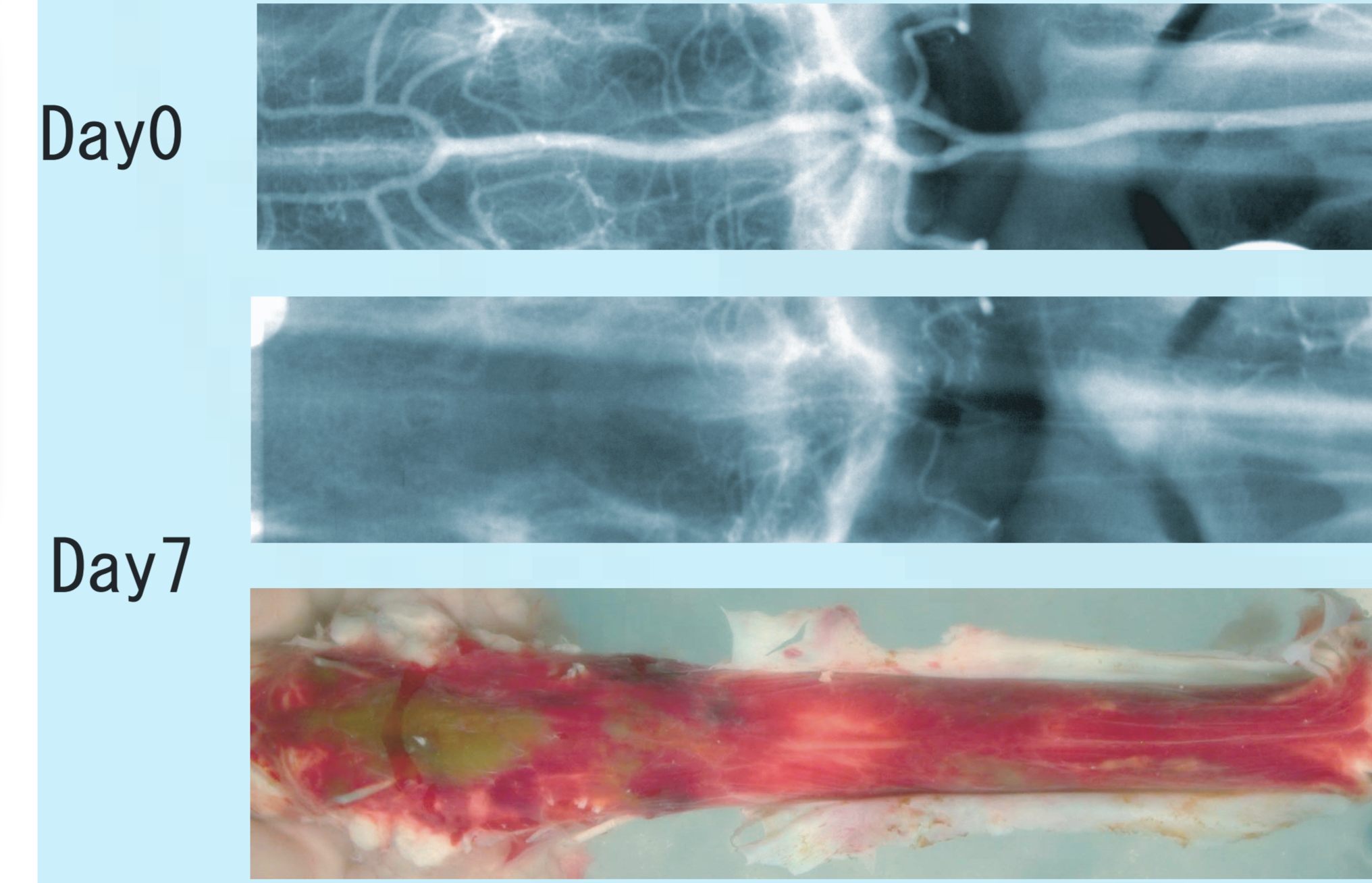
【方法】イヌ脳血管攣縮モデルは大槽に2度、自家血を注入して作成した。作成後4、7、21日目に脳底動脈と脳幹表面の穿通動脈を採取した。採取した血管は37°CのKreb's溶液槽に入れ、血管両端をガラス管に端々吻合した。血管外と血管内はKreb's液で満たし、ガラス管を介して内圧を与えた。生体により近い環境を再現した血圧存在下で、血管反応性をビデオ顕微鏡下で検討した。

Pressurized artery 法

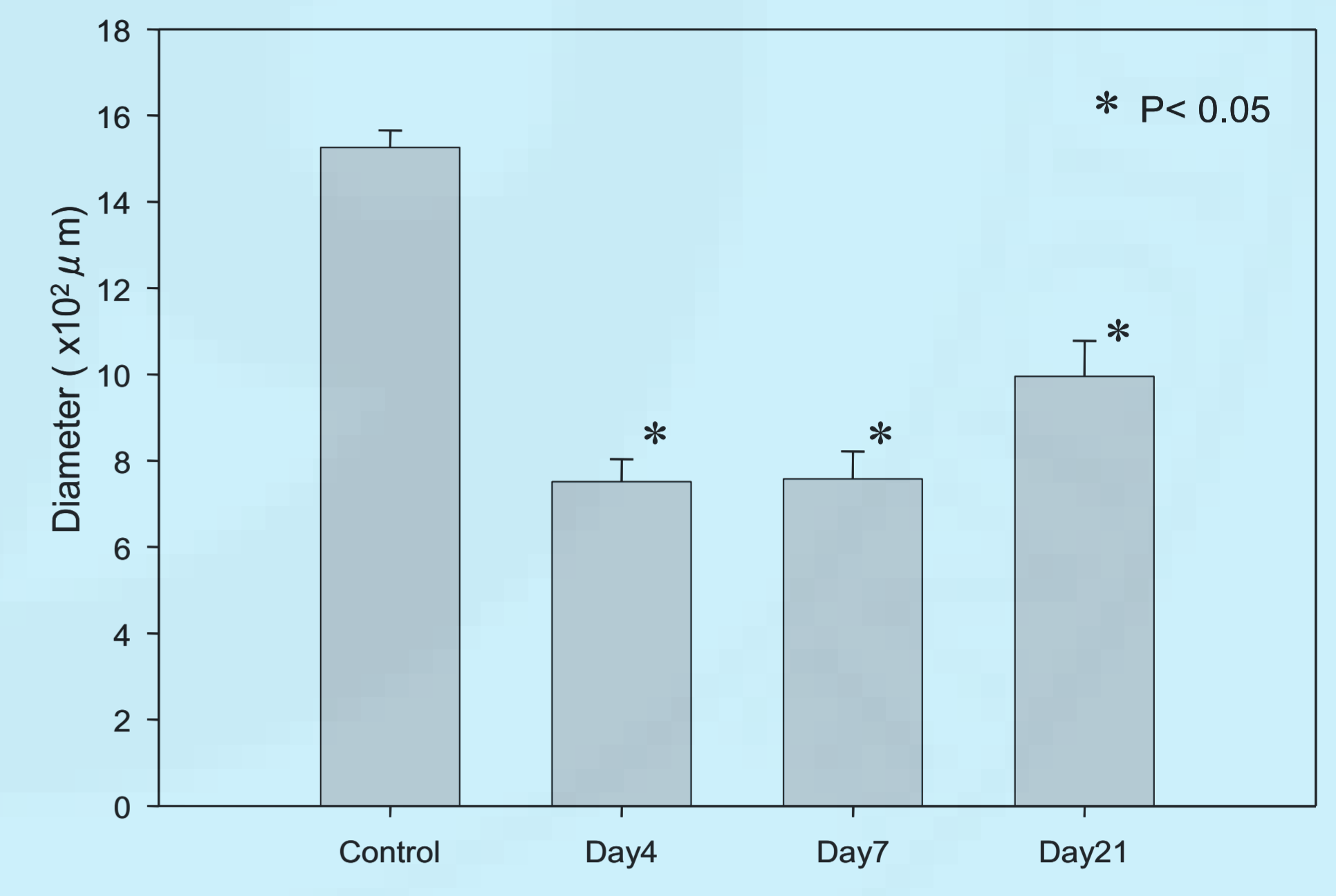


脳血管攣縮モデル

脳血管撮影像とマクロ像

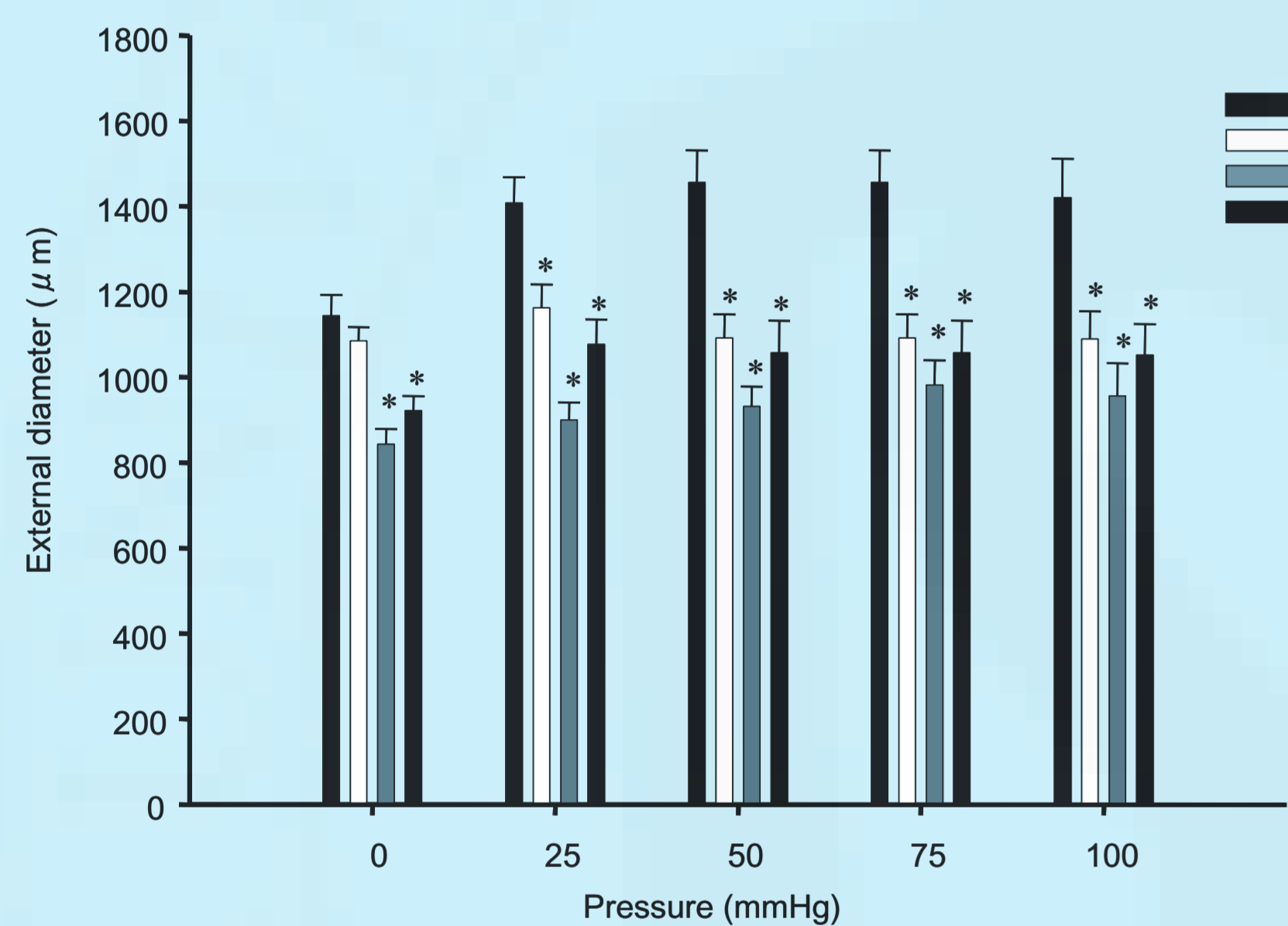


脳底動脈の経時的変化

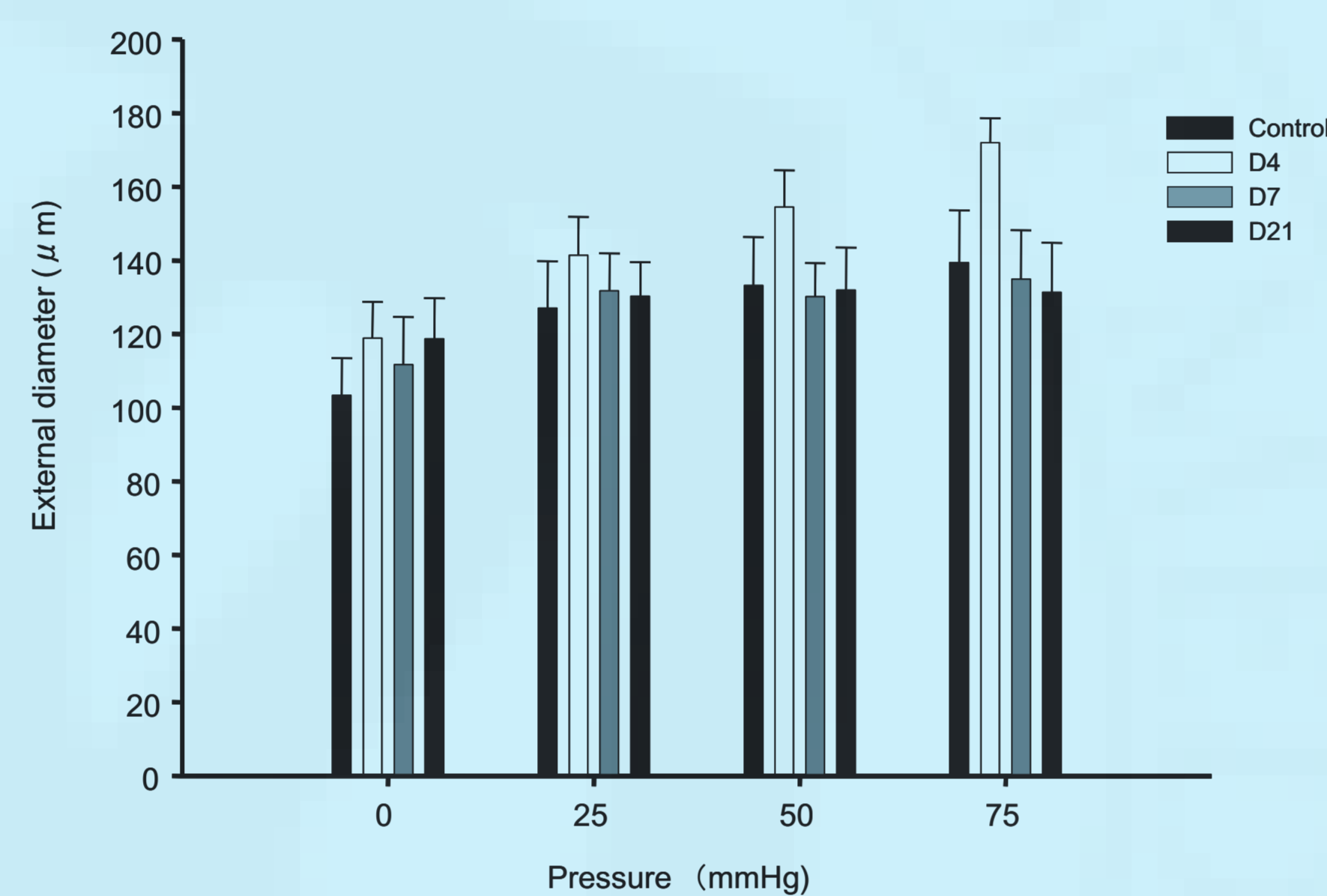


【結果】正常コントロール群と比較して、4日目、7日目、21日目の脳底動脈径は有意に減少し、脳血管攣縮が観察された。しかし、穿通動脈はいずれの採取日、内圧(0-75mmHg)でも明らかな血管攣縮は観察されなかった。KCl投与下の脳底動脈の収縮率(%) : [(D0-Da)/D0] × 100, D0 : 初期血管径、Da : 任意の血管径)は正常コントロール群と比較して減少した。しかし、それとは逆に穿通動脈の最大収縮率は7、21日目の内圧50mmHgと75mmHgではコントロール群よりも有意に増加していた。

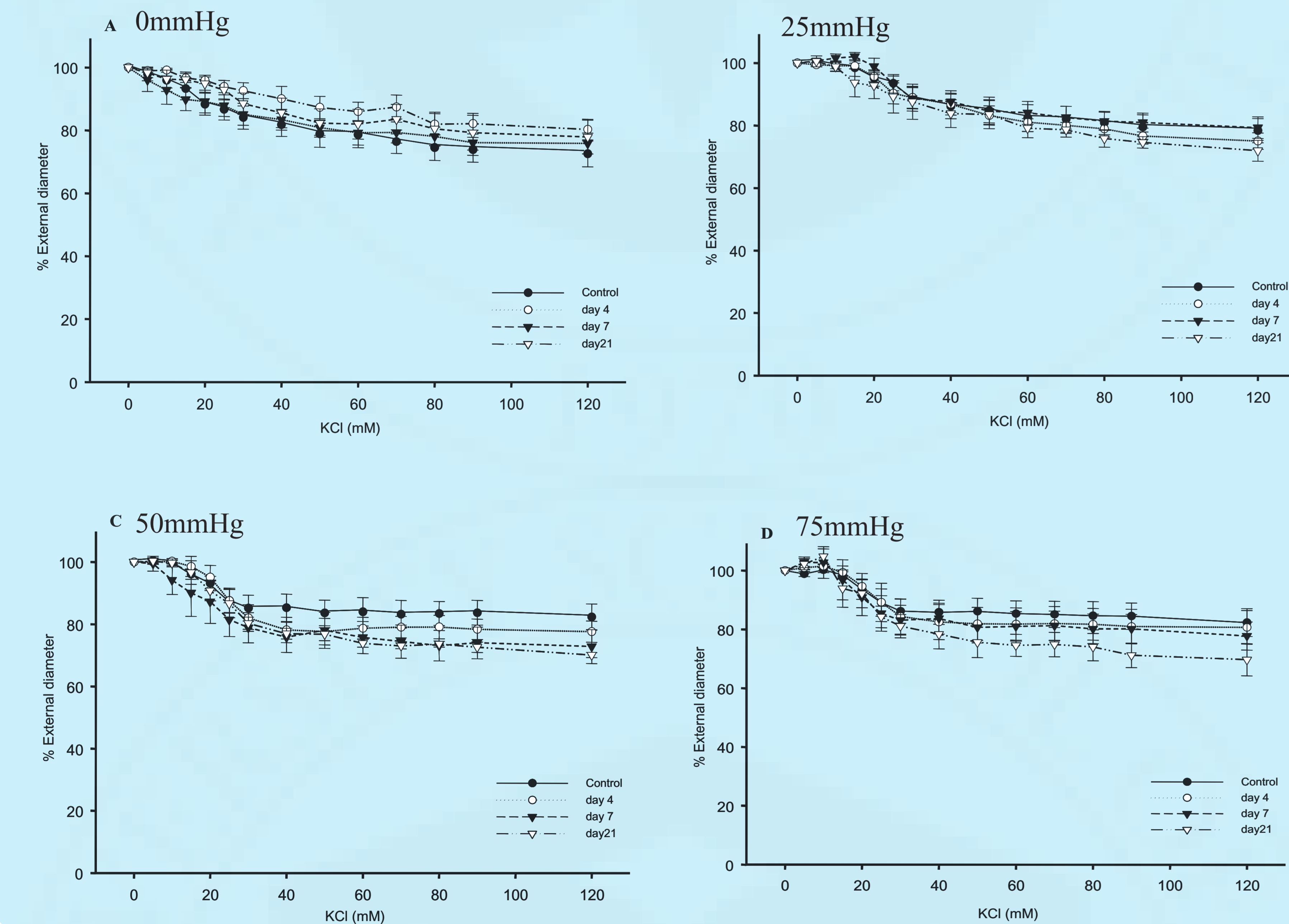
血圧による脳底動脈径変化



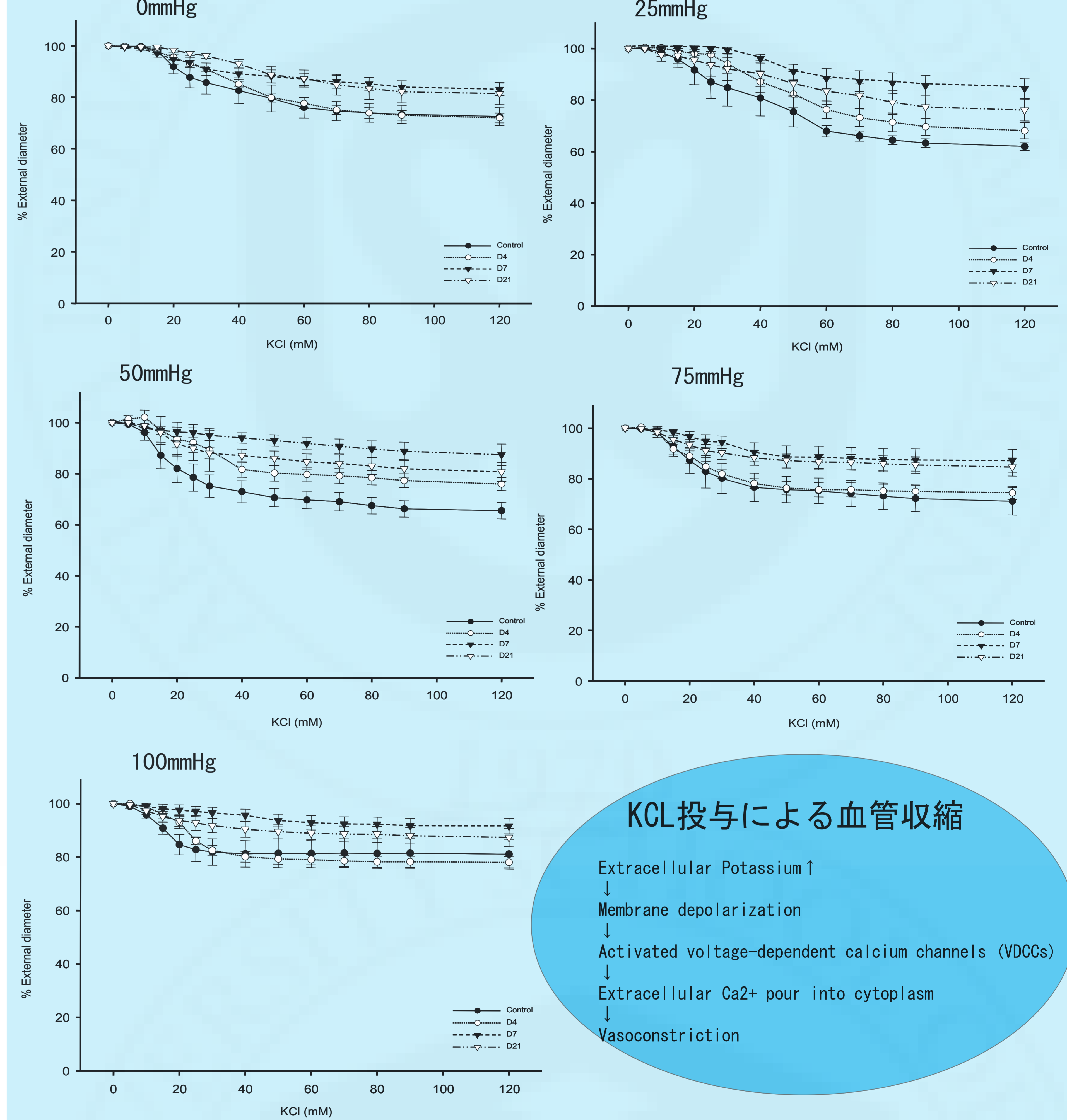
血圧による穿通枝径変化



穿通枝のKCl負荷曲線



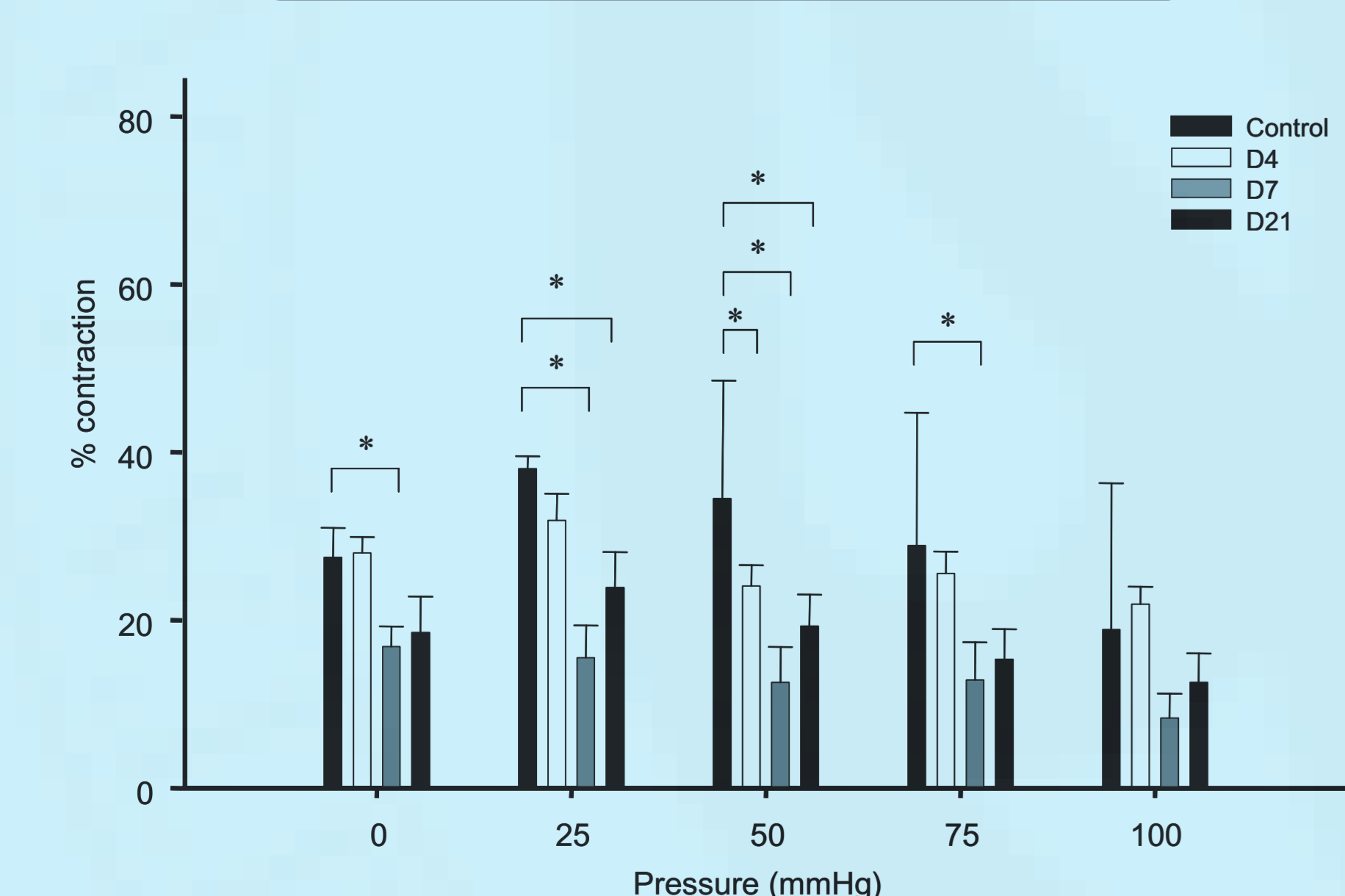
脳底動脈のKCl負荷曲線



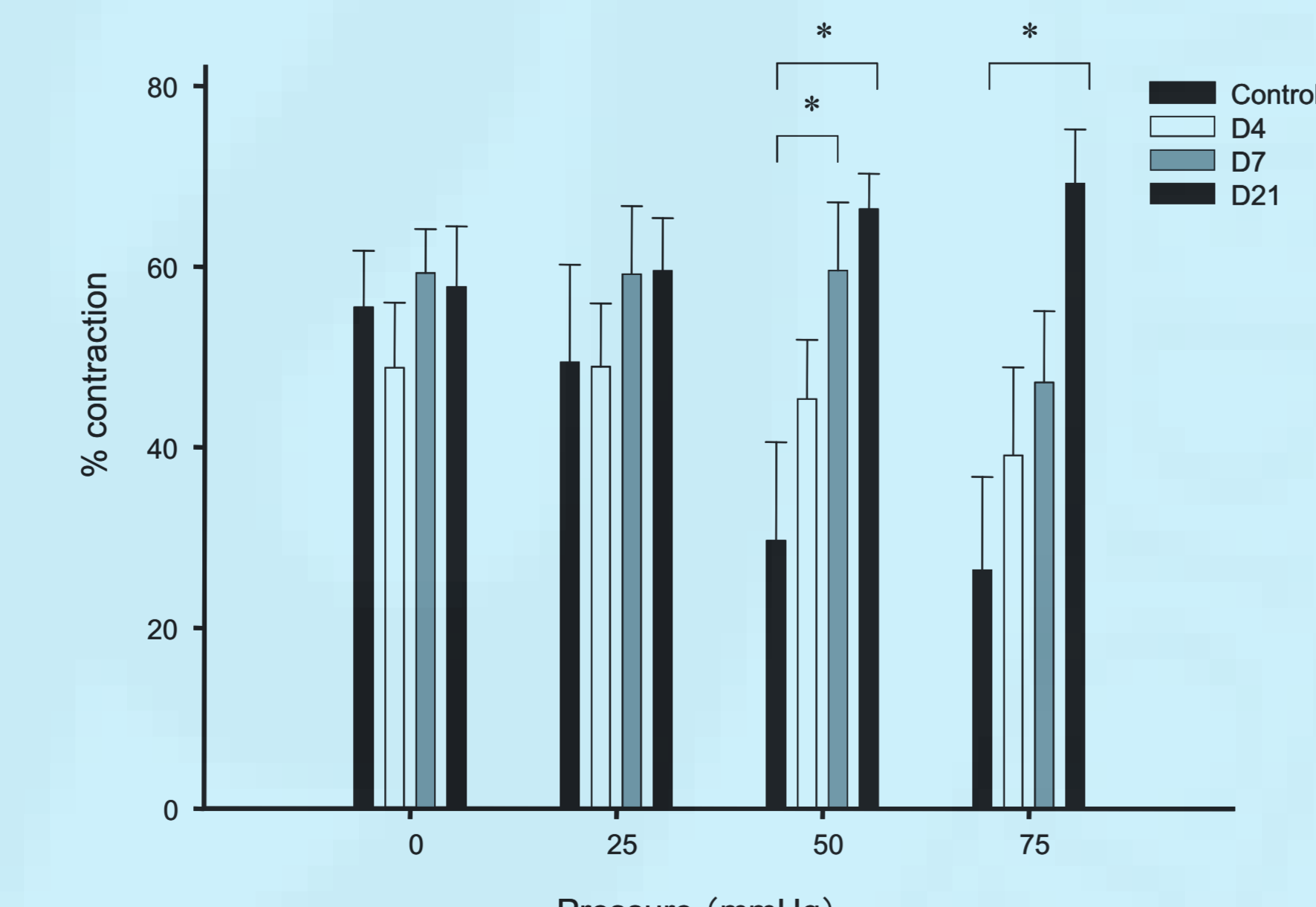
KCl投与による血管収縮

Extracellular Potassium ↑
↓
Membrane depolarization
↓
Activated voltage-dependent calcium channels (VDCCs)
↓
Extracellular Ca²⁺ pour into cytoplasm
↓
Vasoconstriction

KClによる脳底動脈の収縮率



KClによる穿通枝の収縮率



【結論】クモ膜下出血の影響で小血管においては主幹動脈とは異なったリモデリングが起きている可能性が示唆された。

Table 1. Summary of papers stated vasospasm in small artery

Year	Author	Species	Tested arteries	Method of study	Result of vasospasm
1991	Nihci H	rabbis	Pial arteries and arterioles (brain stem)	Morphological analysis	Very rarely demonstrated vasospasm
1992	Vollmer DG	rabbit	Penetrating arterioles, day 3	Pressurized arteries	No vasospasm
1993	Katusic ZS	canine	Secondary branches of basilar arteries (about 300 microns)	Pressurized arteries	Small arteries are resistant to vasospasm
1997	Ohkuma H	canine	Intraparenchymal arterioles (brain stem)	Morphological analysis	Small arteries showed luminal narrowing on day 3 and day 7 and then improved on day 14
2000	Zubkov AY	canine	Penetrating arteries before the entrance into the brain stem parenchyma	Morphological analysis	Penetrating arteries were contracted
2002	Perkins E	canine	Intraparenchymal arterioles (brain stem) day 7	Morphological analysis	Dilation of the parenchymal arterioles
2006	Takahashi M	canine	Subarachnoidal perforating arteries (brain stem surface, about 100 microns)	Pressurized arteries	No vasospasm

Table 2. Summary of papers about contractility in small vasospastic artery

Year	Author	Species	Tested arteries	Contractility
1987	Bevan JA	monkey	Pial arteries (150-200 micron)	Irregular increase in tone
1992	Vollmer DG	rabbit	Penetrating arterioles, day 3	No significant differences in spontaneous tone, in reactivity
1993	Katusic ZS	canine	Secondary branches of basilar arteries (about 300 μm)	relaxations to bradykinin or A23187 to subarachnoid hemorrhage did not affect
1993	Parfenova H	pig	Pial arterioles (new born)	No changes in dilator prostanooids
1998	Bevan JA	human	Pial arteries within 48 hours of SAH	Vasconstrictor prostanooids increased to subarachnoid hemorrhage
2001	Park KW	rat	Cortical microvessels	Spontaneous contractile tone Attenuated dilation
2002	Ishiguro M	rabbit	Branches of cerebellar or posterior cerebral arteries (100-200 μm)	Pressure-induced constriction was enhanced
2006	Takahashi M	canine	Subarachnoidal perforating arteries (brain stem surface, about 100 microns)	Pressure enhanced KCl constriction