

应用生物力学

应用生物力学

刘振田 主编

东南大学出

1
Q66

LZT
16

东南大学出版社

应用生物力学

刘 振 田 主 编

东 南 大 学 出 版 社

(苏)新登字第 012 号

内 容 简 介

《应用生物力学》是一本学术论著,它选入了首届应用生物力学研讨会暨第二届华东生物力学学术交流会论文共 65 篇。论文集取材广泛,涉及到脑血管动力学、血液流变学、微循环力学、骨力学、牙齿力学、人体结构动力学和运动生物力学等。内容较丰富、新颖。反映了我国在生物力学研究和应用方面的最新成果。

本书可供从事生物力学及生物医学工程的科技人员、医生和体育工作者阅读,也可作为大专院校有关专业师生的参考书。

责任编辑 徐步政

应用生物力学

刘振田 主编

东南大学出版社出版发行

地址:南京四牌楼 2 号 邮编:210018

南京佳美电脑印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 16.5 字数 419 千

1992 年 10 月第 1 版 1992 年 10 月第 1 次印刷

印数:1—1000 册

ISBN 7-81023-680-6

O·62

定价:26.00 元

前 言

70年代末,著名的近代生物力学开拓者冯元桢先生来到中国,他系统地介绍生物力学的最新发展,这以后,冯先生在国内或国外一直关心着中国生物力学的进展。十多年来我国的生物力学学术交流活跃,举行过多次学术讨论会,生物力学的研究和应用不断获得新的成果,得到新的进步。在全国生物力学的科技队伍中,华东地区的生物力学工作者和全国同行一样,得到中国力学学会、中国生物医学工程学会的支持和鼓舞,作出了一些成果,华东生物力学协作组于1988年10月在上海主持了第一届华东生物力学学术交流会,使这些成果得到了交流。之后,1990年11月在珠海市召开第三届全国生物力学学术会议上又有许多论文得到交流,促进这一学科的发展。两年过去了,生物力学的临床和应用研究又积累了一些内容需要交流,会议组委会根据上届纪要决定举办第二届华东生物力学学术交流会,同时着重生物力学的临床诊断治疗为主,举办首届应用生物力学研讨会。从本次会议收到的论文看出,生物力学研究工作的广泛性和学术水平又有新的提高,文章涉及到脑血管动力学、血液流变学、微循环力学、骨力学、牙齿力学和人体结构动力学、运动生物力学等等,短期内获这些成绩,有这样的水平是很喜人的。

中国生物力学学术会议90年首次正式出版论文集,这一举措得到广大作者与读者的支持和欢迎。它起到督促论文作者认真提高学术水平,注重论文质量;学术成果及时交流;减少重复的工作等特点。本次会议在这些基础上进行组稿,审稿,并以《应用生物力学》为书名编辑出版。

论文集的编辑是以来稿及定稿的先后顺序排印。

首届应用生物力学研讨会暨第二届华东生物力学学术交流会是由华东生物力学协作组主持,在江苏省生物医学工程学会、东南大学、扬州工学院支持下召开的。

本文集的完成过程中,曾得到东南大学出版社和有关部门的大力支持,有关单位的专家、学者提出很多有益的建议,在此谨表感谢。由于生物力学发展较快,内容广泛,加之水平所限,疏漏、谬误之处,敬希读者不吝指正。

刘振田

1992年9月 南京

目 录

脑血管功能参数的检测与脑血管功能检测仪	柳兆荣	李惜惜(1)
中风与脑血管动力学		王桂清
史荫锦 宫 杰 田桂琴 郭 佐 何邦平 柳兆荣 李惜惜		丁光宏(8)
临床血液流变学		陈槐卿(17)
力学环境对骨改建的影响		戴克戎(21)
人体结构的振动特性、振动疾病和振动治疗.....		刘振田(27)
口腔修复应用生物力学的国内研究进展情况		周书敏(43)
颅脑创伤容限的实验研究	王以进 李 伟 吴桂荣	张云然(50)
微流场中血液流变性的在体研究	李贵山 梁 妮	薄丽津(53)
破片致伤生物体压力、振动测试分析.....	石 坤	汪遵善(58)
五类型内固定接骨板的力学实验分析		
..... 洪水棕 洪舜晖 周保国 裘 麟 陈中伟 秦再平		(62)
半月板垂直压力的三维光弹性实验研究	汤先忻 童鑫康 张 姝	张云鹏(66)
兔双侧桡骨人工骨折不同愈合期的实验研究		
..... 韩祖斌 陈履平 杨秀珍 王宏伟 刘振田 宋 谊		刘又南(71)
干燥人额骨各向异性粘弹性的实验研究	刘孝敏 李欣增	王以进(75)
交变应力作用于骨折愈合期的兔桡骨弯曲强度实验研究	刘振田	王世偶(78)
髂动脉分叉接头处面积比与脉搏波反射	张 珩	柳兆荣(81)
对完整的和有缺损的人类下颌第一恒磨牙的应力与破坏载荷的分析——		
应用有限无法、光弹性法及模型实验法的研究.....		周书敏(87)
用三维有限单元法分析根管治疗后上颌侧切牙桩核烤瓷冠修复体的受载应力分布		
..... 尹亚梅 朱希涛 熊昌炳		(89)
宽频带全身振动评价方法的探讨	张祥春 程 宏 张新生	段 骊(97)
流行性出血热血液流变学		钱士明(100)
脉络宁防治缺血性中风	吴惠秀 程惠明	钱士明(103)
水下爆炸引起的甲板冲击运动对坐姿舰员时域动响应与损伤的影响		
..... 刘新祥 赵本立		李国华(105)
超声波对正畸牙齿移动速率及牙齿周组织的影响		
..... 陈文静 隋采莓 张世采 王 林 陈亚明 夏 翎		(114)
脊柱骨科治疗中的有限元分析	张则谔	陈日齐(117)
腰椎动态压缩极限载荷及后部结构切除后的变化		
..... 侍 坚 柯文棋 乐秀鸿 王学佑 王来兴		(120)
兔桡骨骨折愈合期中不同频率振动刺激实验研究		
..... 陈履平 韩祖斌 杨秀珍 王宏伟 刘振田 宋 谊 潘得引		刘又南(123)

通络酊对高血压患者血流动力学参数的影响

…… 柯文棋 郭丰涛 乐秀鸿 王 曦 王学佑 侍 坚 方 正 郑俊宝(127)

椎间植骨融合与腰椎不稳 史亚民 王予彬 侯树勋(130)

断骨生长期传递函数特性的研究 刘振田 潘得引 杨兴平(133)

骨髓的生物力学实验研究 华筑信 郭继新 林振福 于振武 李增炎(137)

人体跟腱(离体)力学性能及平均应力分布实验研究

..... 林循泓 黄跃平 吕天吉 姚学权(141)

小关节破坏后腰椎刚度的变化 董 凡 戴劲戎 侯筱魁(144)

体外反搏的最佳起搏时间 覃开荣(147)

关于总义齿基托纵裂原因的实验研究

..... 李国珍 吕培军 梁 慧 张远鹏 李维甫(154)

多体系统动力学在体操动作设计和训练中的应用 钱竞光 苏 超(154)

人体胫骨骨折愈合期的胫骨有限元分析 刘振田 施伟辰(157)

模拟肺动脉系统输入阻抗的异径管模型 张心忠(161)

全口义齿及其支持组织的三维光弹性应力分析

..... 杨亚东 高 勳 王毓英 潘少川 秦晓桐(168)

手指对压力敏感程度的初步实验研究 黄再兴 刘振田(169)

前交叉韧带的生物学、生物力学特征与膝关节稳定机制的重建

..... 王予彬 史亚民 侯树勋(172)

加压圆棒的研制及临床应用

..... 王全美 侯朋夫 黄 健 黄彩辉 邵建和 徐栋华 胡晓东 桂其斌(175)

百痛精对甲襞微循环影响的实验研究 乐秀鸿 蔺世龙 黄来龙 罗修裕(179)

脉络宁治疗缺血性心脑血管病机理 郑 忆 钱士明 程惠明(181)

偏头痛的瘀血机理研究 吴惠秀 钱士明 陈全良(184)

显微高速动态分析系统及其在微观血液流变学研究中的应用

..... 李贵山 梁 妮 薄丽津(186)

淋巴——静脉分流的临床及模型试验研究

..... 沈海琦 尹 宏 尹爱群 陆文其 于今萍(188)

微机图像处理系统对骨科摄片图像的优化分析与三维重建作用

..... 陈履平 李承球 王志宏 汪德宗 张兰兰 黎 宁(196)

不同附着类型的上尖牙受不同外力时的牙体、牙周支持组织的应力分析——

二维光弹性研究 周书敏 张国安(199)

骺板及其生长的力学特性 华筑信 张建辉 林振福(200)

踮外翻足与正常足前足足底压力的分析 汤荣光 W. A. Wallace(204)

对戴上颌总义齿者咀嚼运动轨迹的研究 高 勳 陈腾浪(206)

洞型预备后牙齿受力的理论分析 陈亚明 周书敏(210)

股骨颈骨折三钉固定的抗弯防旋机理 朱孝华 胡瑞娟(212)

改良 RF 系统治疗胸腰椎骨折的力学原理及初步报告 ... 殷渠东 郑祖根 戎茂华(214)

200 例肺心病微循环功能观察 钱士明 吴惠秀(218)

植物细胞组织的微观力学结构和宏观力学性能	徐志洪(220)
桡腕关节手术中的一组力学问题	洪水棕 商群浩 徐建光 沈燕同(224)
二尖瓣闭锁不全的无损定量检测原理初步研究:二尖瓣返流流动数值分析	陈 琛 许唯临(224)
骨的重建理论	华筑信 刚芹果(229)
高血压与脑血管动力学研究	王桂清
史荫锦 田桂琴 宫 杰 王 京 张罗漫 柳兆荣 李惜惜	丁光宏(229)
脑血管病 I33Xe 吸入法大脑局部区域血流量测定	谢惠君 史荫绵(235)
急性脑血栓形成血小板面积、 α 颗粒、 TxB_2 及 6-Keto PGF_{12} 的观察分析	邓本强 谢惠君(240)
握力的持久性研究	刘振田 符气浓(244)
力量素质的性别差异	符气浓 刘振田(248)
血糖、胰岛素和 C 肽与中风发病率关系的初步探讨	杜风鸣 周 勇 王桂清 赵德山 何邦平 王 颖 崔 庶 张罗漫(251)
中风发病率与载脂蛋白和脂蛋白等危险因素的初步探讨	杜风鸣
李闻捷 蒋珠富 周 勇 王桂清 赵德山 何邦平 王 颖	张罗漫(253)

脑血管功能参数的检测与脑血管功能检测仪

柳兆荣 李惜惜

(复旦大学)

摘 要

本文着重介绍复旦大学生物力学研究室研制成功的脑血管功能检测仪,包括检测仪的特点、主要结构和原理、可检测指标以及主要用途等等。同时,文章还将介绍正常人脑血管功能参数随年龄的变化情况,以及某些脑血管疾病及其治疗过程中脑血管功能参数的变化情况。临床实践表明,该检测仪是临床检测脑血管功能、诊断脑血管疾病的较理想仪器,是目前临床检测仪器的重要补充。

一、前 言

脑血管疾病是困扰人类的常见病和多发病,特别脑中风(脑梗塞和脑出血)是当前严重威胁人类生命和健康的三大疾病之一,因而脑血管疾病的诊断和防治一直是重要而迫切的课题。

现代科学技术的发展为诊断脑血管疾病提供了越来越多的手段和方法,例如 N_2O 气体扩散法,放射性同位素在血管内分布扩散过程计数检测法,对颈动脉注入显示剂 X 射线脑血管摄影法, X 射线断层分析成像技术(CT),磁共振成像技术(MRI),以及经颅超声测速(TCD)等。这些技术已在脑血管疾病的诊断中起着重要作用。然而上述这些方法多少存在一定的缺点,它们或是对受检者有一定的伤害,或是设备复杂,检测费用昂贵,同时,一般只能测出脑血流量,而不能确切反映脑血管的动力学状态,日本的 QFM-1000 型血液流量检测仪利用超声多普勒原理通过检测颈总动脉的血流速度和血流量了解脑血管的血流状态和供血情况,但仍不能测定脑血管的动力学指标,日本 QFM-2000 型血液流量检测仪力图通过颈动脉脉搏波计算出脑血管的动力学指标,但由于所用的分析模型过于粗糙,计算精度较差,所得到的动力学指标与真实情况差异较大,加上这种检测仪的价格也比较昂贵,影响了它的广泛应用。

复旦大学生物力学研究室经过多年的研究,通过脑血管动力学的分析,建立了能较真实反映脑血管动力学状态的脑血管血液动力学分析模型,提出一种通过无创伤检测颈总动脉脉搏波计算脑血管动力学指标的方法,并研制成功相应的结构简单,使用方便的脑血管功能检测仪,多年来,在长海医院神经科等医疗单位的配合和协助下,先后对大量的脑血管病患者进行了检测和分析,临床效果显著,深受医生和病人的欢迎。实践证明,这种脑血管功能检测仪可广泛应用于脑血管疾病的早期诊断,脑血管病的治疗和治疗效果的客观判断,某些治疗脑血管疾病药物的疗效评价和合理筛选,以及脑血管的生理和病理学研究等方面,这种检

测仪的推广无疑会对我国人民的健康保健和脑血管疾病的防治起重要的作用。

二、主要结构及原理

本检测仪主要由两部分构成:检测部分和分析处理部分

(1)检测部分:用于无创伤检测人体颈总动脉处血液速度脉搏波和压力脉搏波。

为了检测压力脉搏波,本检测仪利用压力探头在颈总动脉处测出动脉搏动波形进行适当的滤波和放大,而后利用在肱动脉处所测定的血压值(即用常规量血压方法得到的收缩压和舒张压值)对动脉搏动波形进行标定,得到颈总动脉处的压力脉搏波。

为了检测血流速度脉搏波,本检测仪采用日本进口超声探头,利用超声多普勒原理对颈总动脉的血流速度直接进行检测。

(2)分析处理部分:将所检测到的脉搏波信息用血液动力学的原理和方法进行分析和处理,从而给出描述脑血管动力学状态的重要客观指标。

本检测仪的分析处理部分,采用一台通用的 IBM 微型计算机,配有显示器,打印机和软盘驱动器等。

从颈动脉检测得到的压力和流速讯号,经放大,滤波后先送入 A/D 转换器转换成计算机所能接收的数据形式,计算机备有计算分析脑血管功能的专用软件,利用这些数据,执行专用软件,便能计算出所要求的脑血管功能指标。

上述的计算分析系统是本测仪的核心部分,其中所用的计算分析脑血管功能的专用软件是通过脑血管进行专门的动力学分析后编制而成的。目前国际上只有个别检测仪(如日本产 QFM-2000 型超声血液流量仪)可检测脑血管动力学指标,它是将脑血管用一个四元件的双弹性腔模型进行模拟,并人为地假定特性阻抗与外周阻力的比例关系,然后通过曲线拟合方法将所拟合的脉搏波波形与实测波形进行比较,并从中确定出四个集中参数的数值,这种集中参数分析法所归结的分析模型较粗糙,拟合时人为因素影响大,操作复杂,计算精度差。本检测仪与此不同,它直接研究脉搏波在脑动脉系统中的传播和反射规律,通过分析脑血管的阻抗,研究脑血管阻抗在极低频和极高频时的渐近特性,从而计算出脑血管的特性阻抗和外周阻力,最后通过分析脑血管特性阻抗与血管弹性模量和脉搏波波速之间的关系,进一步确定出反映脑血管弹性特性的血液动力学指标——脑血管特性阻抗及脉搏波波速。由于本检测仪用的是脑血管的分布参数分析法,因而所归结的分析模型较精细,计算较严格,人为误差较小,所计算的脑血管动力学指标精度较高。

三、检测指标

本检测仪可检测如下三类反映脑血管功能状态的指标:

(1)反映脑血流状态的指标

颈总动脉血流速度	最大值 V_{max}
	最小值 V_{min}
	平均值 V_{mean}
测量范围是	2~100 cm/s

(2)反映脑血管弹性状态的指标

脑血管和特性阻抗 Z_{ep-v} , 这是用压力 p 和流速 v 定义的用来表征脑血管弹性特征的指标, 特性阻抗 Z_{ep-v} 越大, 将表示脑血管越硬, 测量范围是 $300 \sim 5000 \text{dyn} \cdot \text{s}/\text{cm}^3$ 。

脑血管的脉搏波速 a , 这也是一个表征血管弹性特征的指标, 波速 a 越大, 将表示脑血管越硬, 测量范围是 $3 \sim 50 \text{m/s}$ 。

(3)反映脑血管床阻力状况的指标

脑血管外周阻力 R_{p-v} , 这是用压力 p 和流速 v 定义的用来表征脑血管床阻力大小的指标, 脑血管梗塞、柱塞, 狭窄等都将使脑血管外周阻力 R_{p-v} 增大, 测量范围是 $5000 \sim 15000 \text{dyn} \cdot \text{s}/\text{cm}^3$ 。

四、特 点

本检测仪具有的特点是:

(1)脑血管功能指标的分析 and 计算是建立在严格的血液动力学原理和方法基础上的, 方法先进, 科学性强;

(2)能显示出脑血管的动力学特征, 指标的敏感性强, 显著性好, 而且准确可靠;

(3)无创伤检测, 病人无痛苦, 易于被病人接受;

(4)操作简便, 能迅速显示和打印检测结果;

(5)备有软盘驱动器, 便于病史资料及检测结果的保存和检索;

(6)显示器显示内容丰富, 能显示检测仪的工作状态, 同时也能显示检测参数和脉搏波形;

(7)性能稳定, 工作可靠。

五、主要用途

本检测仪主要应用于:

(1)脑血管功能指标的检测和分析;

(2)脑血管疾病的早期诊断;

(3)脑血管疾病治疗措施的评价;

(4)治疗脑血管疾病药物的筛选及其疗效的判断;

(5)脑血管危重病人的监护;

(6)脑血管疾病的预防和保健。

六、与其他检测仪的比较

由于本检测仪可以检测脑血管动力学参数, 特别可以检测反映脑血管硬化程度的

* $1 \text{dyn} \cdot \text{s} = 10^{-5} \text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}$

参数,因而是目前临床诊断脑血管疾病常用仪器(包括磁共振成像 MRI、CT 及经颅超声测速 TCD 等)的重要补充。与日本生产的 QFM—1000 和 QFM—2000 的超声血流仪比之,具有精度高、操作简便和价格便宜的优点。下面以表格形式列出本检测仪与其他检测仪的比较情况。

	主要功能	说明
MRI	可详细观察脑血管的几何形态	有创伤,价格昂贵
CT	可较详细观察脑血管的几何形态	有创伤,价格较高
TCD	可检测颅内血管的血流速度	无创伤检测
CV—200	可检测反映脑血管硬化程度和阻力状况的动力学参数	无创伤检测,价格适中,检测简易

	颈动脉参数	脑血管弹性参数	脑血管阻力参数	说明
QFM—1000	流速 管径 流量	无	无	不能检测脑血管动力学参数,价格较贵
QFM—2000	流速 管径 流量	特性阻抗,顺应性	外周阻力	计算精度较差,人为误差大,价格昂贵
CV—200	流速 血管搏动波形	特性阻抗,波速	外周阻力	人为误差小,计算精度较高,价格适中

七、临床结果

我们曾将脑血管检测仪应用于临床诊断,发现随着年龄的增大,所检测的脑血管功能参数有一定的变化,特别是某些脑血管疾病可导致脑血管功能参数产生显著性的变异。

(1) 正常人脑血管功能参数随年龄的变化

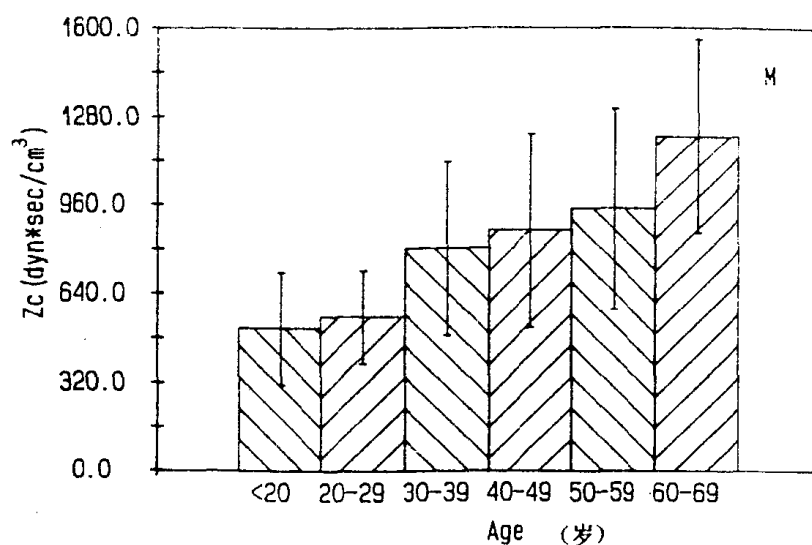
我们曾对临床常规检查定为正常人的脑血管功能参数进行检测和比较,发现,随着年龄的增大,颈动脉血流速度有一定的下降,而脑血管阻力有一定的上升,同时脑血管特性阻抗和波速也有所上升,特别是当年龄大于 60 岁后,这些功能参数的变化更为显著,这与老年人脑血管硬化和阻力增大的体征相一致。作为例子,图 1 给出男性(211 例)脑血管特性阻抗、波速和外周阻力随年龄的变化情况。

(2) 脑血管疾病对功能参数的影响

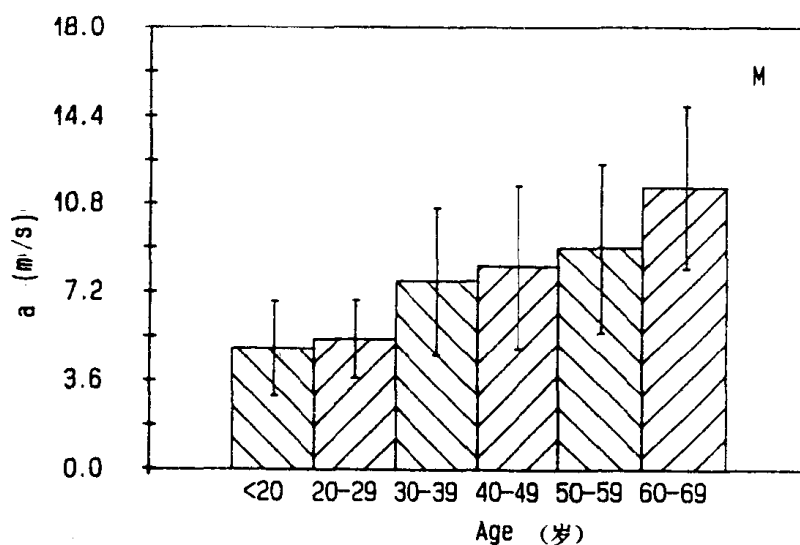
大量的临床检测结果表明,脑血管疾病将引起脑血管功能参数的变异。例如,正如图 2 所表明的,对于男性的脑梗塞患者,与相同年龄组的正常人比之,无论是 40~49、50~59 或 60~69 年龄组,颈动脉血流速度都显著性减小,脑血管波速显著增大(说明脑血管有显著性

硬化)以及脑血管阻力也有显著性增大,这与脑梗塞患者往往存在的脑血管阻力增大,脑血管硬化以及供血较差的体征相一致。

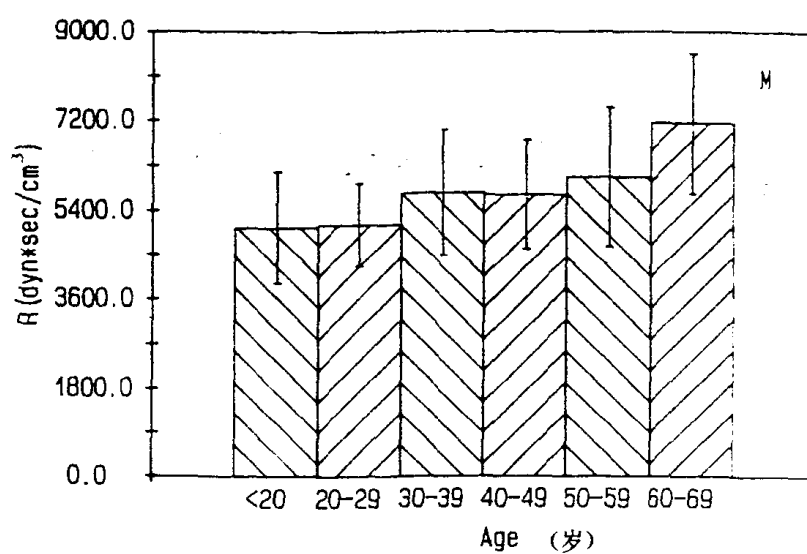
同样,对其他脑血管疾病,如脑出血、TIA 以及基椎动脉供血不足等,经检测也发现脑血管功能参数有一定程度的相应变化。因而,本检测仪可为临床诊断脑血管疾病提供有价值的足量指标。特别是提供有关反映脑血管硬化的指标,则是目前临床其他检测手段所缺少的。



(a) 脑血管特性阻抗 Z_c 随年龄的变化

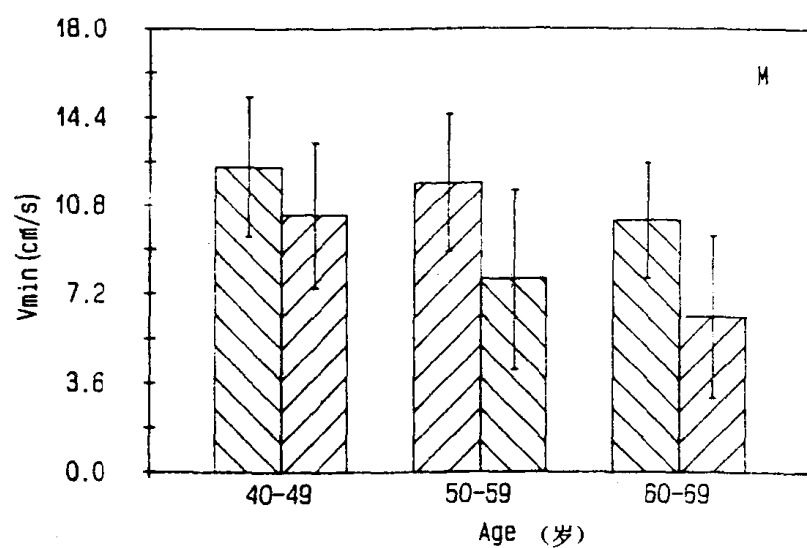


(b) 脑血管波速 a 随年龄的变化

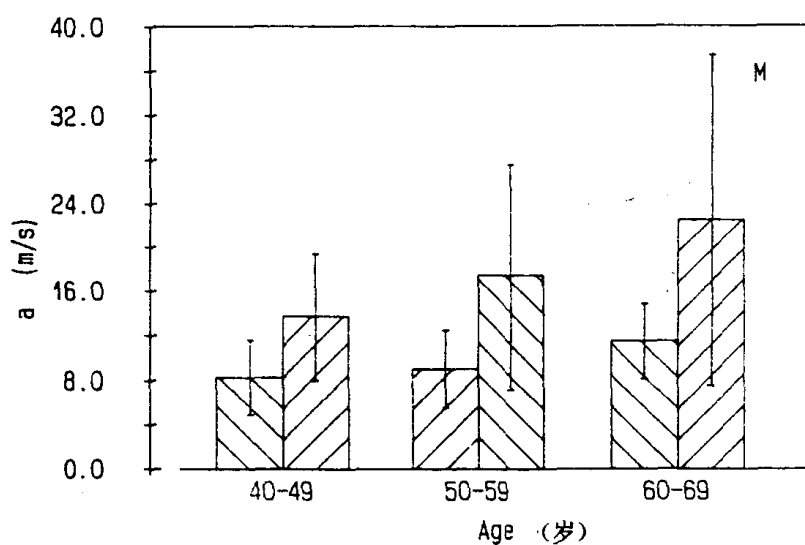


(c) 脑血管外周阻力 R 随年龄的变化

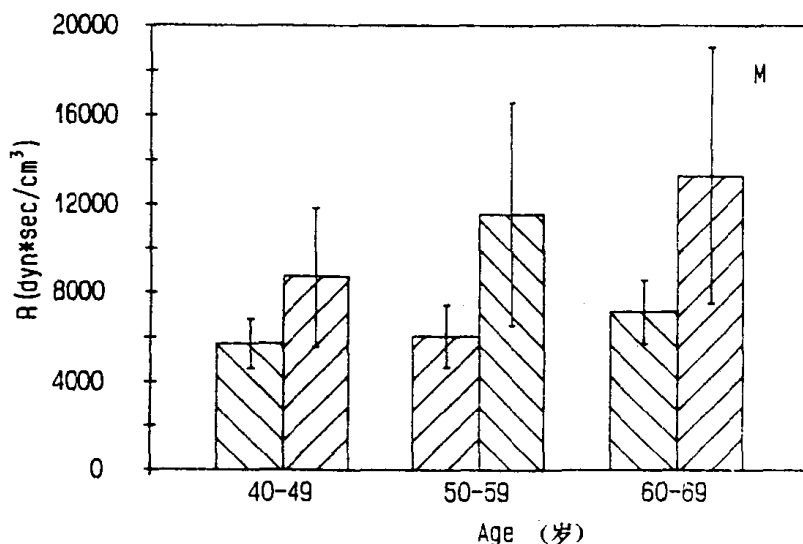
图 1 男性正常人 (n=211) 脑血管功能参数随年龄的变化情况



(a) 颈动脉最小流速的变化



(b) 脑血管波速的变化



(c) 脑血管阻力的变化

图 2 男性脑血管梗塞患者与正常人脑血管功能参数的比较

▨ 正常人; ▨ 脑梗塞患者

(3) 血管药物对脑血管功能参数的影响

作为例子,我们考察 29 例患者服用硝苯吡啶后的脑血管功能参数变化情况。结果发现,服药后,颈动脉血流速度的最大值 V_{max} 、平均值 V_{mean} 和最小值 V_{min} 分别上升 21%、23% 和 29%,脑血管阻力下降 25%,而反映脑血管硬化程度的指标(Z_{cp-v} 和 a)下降 16%。这说明硝苯吡啶对脑血管功能参数有一定的改善。因而,本检测仪可为脑血管药物的客观评价提供有用的定量指标。

中风与脑血管动力学

王桂清 史荫锦 宫 杰
田桂琴 郭 佐* 何邦平*
(第二军医大学附属长海医院)

柳兆荣 李惜惜 丁光宏
(复旦大学生物力学研究室)

脑中风是极大危害人类健康的疾病之一,在我国人民的死因排列中,它已跃居为第一位(1986~1988年死亡统计资料提供)^[1],围绕如何防治中风已成为当前研究中的热点,为了解中风后的脑血管动力学变化,自1986年5月~1992年5月,以临床工作为基础,结合脑血管动力学变化,研究了524例中风患者的脑血管功能状态,现报告如下:

一、材料与方法

(一)临床资料

本例病例524例,脑梗塞452例,脑出血72例,由于脑出血例数较少,进行分组研究时,很难说明问题,故本文主要讨论脑梗塞的脑血管动力学变化。

本组病例均来自我院门、急诊和住院患者。诊断依照全国第二次脑血管病学术会所制定的标准确立,所有病例都进行头颅CT扫描,用以证实诊断和作为中风分类的依据。脑梗塞452例,男326例,女126例;发病年龄29~83岁,平均发病年龄男59.09岁,女57.28岁,各发病年龄组的分布情况见表1。

表1 452例脑梗塞患者发病年龄统计表

年龄分组	男		女		总计	
	n	%	n	%	n	%
40岁以下	7	2.15	8	6.35	15	3.32
40~	16	4.91	11	8.73	27	5.99
50~	108	33.13	40	11.11	148	32.74
60~	150	46.01	54	42.86	204	45.13
70岁以上	45	13.80	13	10.32	58	12.83
合计	326	100.00	126	100.00	452	100.00

* 第二军医大学训练部。

本组病例病程 1 天~16 年,平均病程 1.58 年,平均收缩在 141.34mmHg*,平均舒张压 88.76mmHg。

(二)实验方法

本组病例全部进行脑血管动力学检测,其方法是使用 QFM-1000 型超声血流流量仪(日本)对两侧颈动脉超声检查,测定平均脑血流量 Q_{mean} ,最大血流量 Q_{max} ,最小血流量 Q_{min} ;颈动脉平均血流速度 V_{mean} ,最大血流速度 V_{max} ,最小血流速度 V_{min} ;颈动脉管径 D ,管径脉动值 dD ,这些参数称之脑血管运动学参数。此外,尚应用 FD-1905 型脑血管动力学参数分析仪(复旦大学生物力学研究室研制),分析、计算脑血管动力学指标,它们是脑血管外周阻力 R ,特性阻抗 Z_c ,脑血管弹性模量 E 和脑血管的顺应性 C_0 、 C_s 、 C_d (对于零压,舒张压和收缩压的零压顺应性 C_0 ,收缩压的顺应性 C_s ,舒张压的顺应性 C_d)。在进行上述检测同时,还测定了全血粘度(3rPm、30rPm、60rPm)及红细胞压积。

注:本组病例于最近六年之中累积而成,有个别实验项目缺项,因此,分项组统计中均以本项最多例数在标题上使用。

二、结 果

本组 524 例中风患者,于 70 岁之前收缩压、舒张压、身体质量指数随着年龄增长而增加;70 岁以后上述指标随着年龄增长而有下降趋势,见表 2。

表 2 524 例中风患者的年龄分布、血压和病程等统计表

年龄组	例数	(%)	平均收缩压 (mmHg)	平均舒张压 (mmHg)	平均病程 (月)	平均身体 质量指数
31~	16	3.05	118.8125	79.0625	8.2438	21.8994
41~	31	5.92	135.0645	89.5806	16.9172	24.4794
51~	177	32.82	136.0809	88.3988	16.3148	24.2101
61~	238	44.85	146.2809	90.0812	20.9935	24.7213
71~	57	10.88	146.6316	87.1228	24.9696	24.5189
81~	5	0.95	142.0000	83.8000	7.9000	22.6400

红细胞压积并无随着年龄和病程的不同而改变(图 1、2、3),全血粘度 34rpm、30rpm、60rpm)与病程无明显规律性变化(图 4)。

本组脑梗塞患者现患病年龄于 60 岁年龄组居多(45.13%),故将 60 岁年龄组的患者与同龄正常对照组相比较,除脉动值(女)一项无显著差异外,余脑血管动力学参数均有显著或极显著差别(表 3、4)。

* 1mmHg = 133.3224Pa

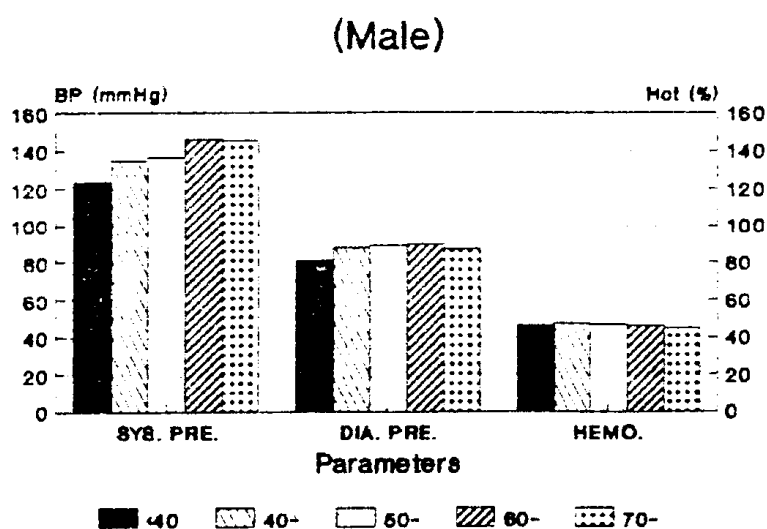


图 1 326 例不同年龄组男性脑梗塞患者血压和红细胞压积图

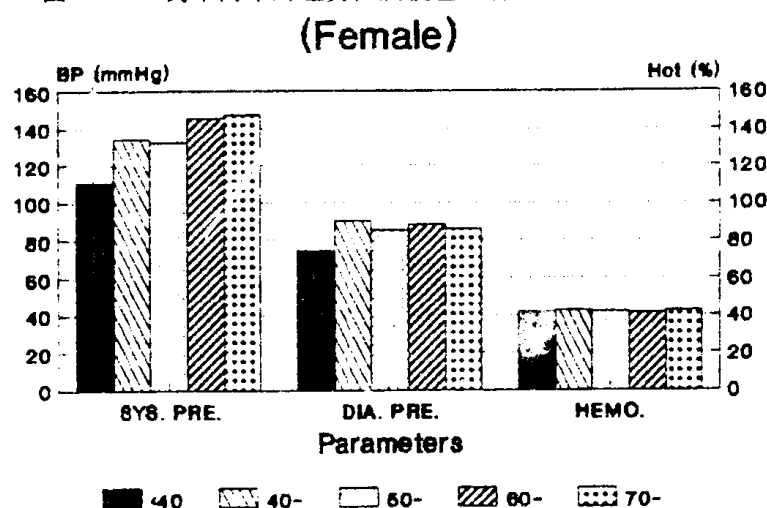


图 2 126 例不同年龄组女性脑梗塞患者血压和红细胞压积图

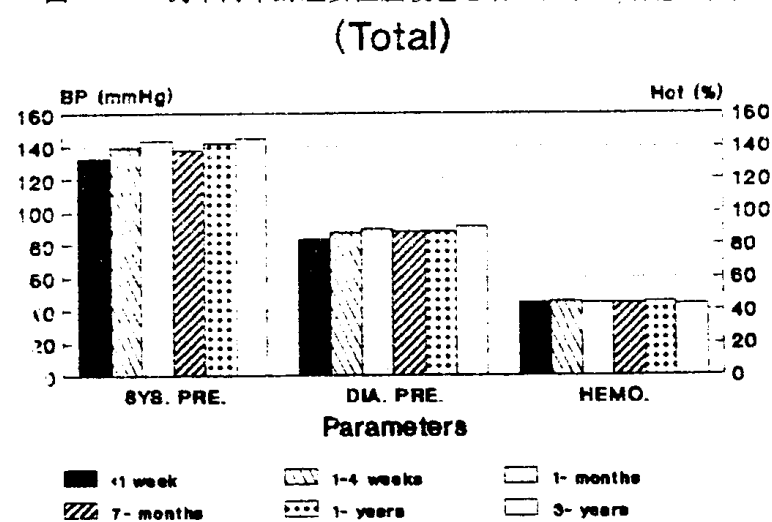


图 3 452 例脑梗塞患者不同程度的血压和红细胞压积图