

· 论 著 ·

长期冬泳对老年人骨健康指标的影响

赵春琪*

周口师范学院体育学院,河南周口 466001

中图分类号: G804.49 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2014) 06-0644-05

摘要: **目的** 了解长期冬泳运动对老年人骨密度和骨代谢指标的影响。**方法** 以 114 名 55 ~ 65 岁的老年人为研究对象,分为冬泳组和对照组。采用 Sahara Clinical Bone Sonometer 超声骨密度测定仪测定跟骨宽带超声衰减(BUA)、超声声速(SOS)、定量超声指数(QUI)和骨密度(BMD)。采用 MODULAR 全自动生化分析仪测定血清钙(Ca)、磷(P)和碱性磷酸酶(ALP)含量,同时采用 S200 型酶标仪测定骨钙素(BGP)、抗酒石酸酸性磷酸酶 5b (TRACP5b)含量。**结果** 冬泳组男性老年人的 BUA、SOS、QUI 和 BMD 均值高于对照组,且存在非常显著的组间差异($P < 0.01$);冬泳组和对照组老年人的 ALP 均值存在显著的组间差异($P < 0.05$),血清 Ca、BGP、TRACP5b 均值的组间差异非常显著($P < 0.01$)。**结论** 冬泳运动能够有效改善老年人的骨代谢能力和男性老年人的骨密度,对提高老年人整体健康水平有积极意义,是适合老年人锻炼的有益运动。

关键词: 冬泳;老年人;骨密度;骨代谢

Effect of long-term winter swimming on bone health in the elderly

ZHAO Chunqi

Institute of Physical Education, Zhoukou Normal College, Zhoukou 466001, China

Corresponding author: ZHAO Chunqi, Email: henan234@sina.com

Abstract: **Objective** To investigate the effect of long-term winter swimming on bone mineral density (BMD) and bone metabolism in the elderly. **Methods** A total of 114 elderly people, aging from 55 to 65 years old, were selected and divided into winter swimming group and control group. BUA, SOS, QUI, and BMD values of the calcaneus were determined using the Sahara Clinical Bone Sonometer. The serum levels of calcium (Ca), phosphorous (P), and ALP were determined using MODULAR automatic biochemical analyzer. The content of osteocalcin (BGP) and tartrate-resistant acid phosphatase 5b (TRACP5b) was determined using S200 type microplate reader. **Results** The average values of BUA, SOS, QUI, and BMD in the winter swimming group were higher than those in the control group, and the difference was significant ($P < 0.01$). The average value of ALP between the groups was significantly different ($P < 0.05$). The significant difference of the average serum levels of Ca, BGP, and TRACP5b between two groups was also observed ($P < 0.01$). **Conclusion** Winter swimming can improve the bone metabolism and BMD in the elderly men. It has a positive significance to improve the overall health of the elderly. So it is a good exercise for the elderly people.

Key words: Winter swimming; Elderly; BMD; Bone metabolism

我国老年人口已达到 1.85 亿,是世界上唯一一个老年人口过亿的国家,随着我国老龄化社会进程的加快和人口结构的改变,一系列社会问题逐渐凸显,有关老年人体质健康的问题也备受社会关注。老年人随着自身机体功能的退化,骨关节退行性病变和老年骨质疏松症等疾病的威胁以及运动能力不足的逐渐显现,也促使老年人的健身需求也与日俱增。冬泳作为一项全身性的冷刺激运动,不但具有

独特的健身性和较高的娱乐性,而且对人体的心血管系统、呼吸系统和神经系统的改善都有积极作用,因此在众多的体育运动项目中,冬泳运动越来越受到诸多老年人的青睐。但冬泳运动是否是一项适合老年人进行长期锻炼的运动项目,它是如何对老年人骨密度和骨代谢能力产生积极的影响,却很少有人进行相关研究。因此本研究试图通过对长期参与冬泳运动的老年人和缺乏系统体育锻炼的普通老年人的骨密度和骨代谢指标的研究,探索长期冬泳运动对老年人骨密度和骨代谢能力的影响,以期能为

*通讯作者: 赵春琪, Email: henan234@sina.com

改善和提高老年人的体质健康状况提供有益参考。

1 材料和方法

1.1 对象来源

以周口市冬泳协会中 61 名(男性 41,女性 20) 55~65 岁的老年人和社区老人协会中同年龄段的未系统参与体育锻炼的 53 名健康老年人(男 32,女 21)为测试对象。冬泳组要求参加冬泳锻炼 3 年以上且每周锻炼至少 3 次;对照组可以参加一般性的健身活动。

1.2 指标测定

抽血前一天禁止饮酒、避免吃高蛋白和油腻性食物,清晨空腹状态下静脉采血 10 mL,3 000 r/min 离心 5 min 分离血清,然后将血清分装 EP 管密封,于 -80 ℃低温冰箱储存待用。骨代谢的生化指标血钙(Ca)、磷(P)、碱性磷酸酶(ALP)的测定采用日本产 MODULAR 全自动生化分析仪及原装试剂测定;骨钙素(BGP)、抗酒石酸酸性磷酸酶 5b (TRACP5b)指标的测定运用酶联免疫分析法(ELISA),采用美国 Thermo 公司生产的 S200 型酶标仪测定。跟骨骨密度采用美国产 Sahara Clinical Bone Sonometer 骨密度测定仪测定。

1.3 统计学处理

所有数据及统计结果的处理主要采用 Microsoft Office Excel 2003 和 SPSS11.5 统计软件进行。

2 结果

2.1 冬泳组和对照组骨密度指标比较

表 1 冬泳组与对照组骨密度指标

Table 1 Descriptive analysis of BMD between winter swimming group and control group

测试指标	组别	人数	均值	标准差	均值标准误
BMD	冬泳组男	41	0.549	0.074	0.012
	对照组男	32	0.446	0.064	0.011
	冬泳组女	20	0.384	0.111	0.025
	对照组女	21	0.355	0.038	0.008
SOS	冬泳组男	41	1538.090	26.078	4.073
	对照组男	32	1517.348	12.697	2.245
	冬泳组女	20	1514.320	27.389	6.124
	对照组女	21	1500.919	4.797	1.047
BUA	冬泳组男	41	80.478	17.188	2.684
	对照组男	32	71.690	4.930	0.872
	冬泳组女	20	67.360	12.718	2.844
	对照组女	21	61.711	1.261	0.275
QUI	冬泳组男	41	93.090	15.388	2.403
	对照组男	32	77.115	3.951	0.698
	冬泳组女	20	77.505	16.141	3.609
	对照组女	21	72.385	3.338	0.729

表 2 冬泳组与对照组男性老年人骨密度指标的独立样本 T 检验结果

Table 2 Independent sample T test of BMD of the elderly men between winter swimming group and control group

指标	方差齐性检验			T 检验				95% 置信区间	
	F 值	Sig 值	T 值	自由度	Sig. 值	均方差	标准误	最小值	最大值
BMD	2.468	0.121	6.267	71.000	0.000	0.103	0.016	0.070	0.136
			6.383	70.237	0.000	0.103	0.016	0.071	0.136
SOS	17.494	0.000	4.129	71.000	0.000	20.743	5.023	10.726	30.759
			4.460	60.757	0.000	20.743	4.650	11.443	30.042
BUA	14.160	0.000	2.800	71.000	0.007	8.788	3.139	2.530	15.046
			3.114	48.187	0.003	8.788	2.822	3.114	14.462
QUI	47.090	0.000	5.719	71.000	0.000	15.975	2.793	10.405	21.544
			6.383	46.612	0.000	15.975	2.503	10.939	21.011

表 3 冬泳组与对照组女性老年人骨密度指标的独立样本 T 检验结果

Table 3 Independent sample T test of BMD of the elderly women between winter swimming group and control group

测试指标	方差齐性检验			T 检验				95% 置信区间	
	F 值	Sig 值	T 值	自由度	Sig. 值	均方差	标准误	最小值	最大值
BMD	39.542	0.000	1.119	39.000	0.270	0.029	0.026	-0.023	0.081
			1.097	23.228	0.284	0.029	0.026	-0.025	0.083
SOS	16.932	0.000	2.208	39.000	0.033	13.401	6.069	1.126	25.676
			2.157	20.110	0.043	13.401	6.213	0.445	26.357
BUA	21.032	0.000	2.026	39.000	0.050	5.649	2.788	0.010	11.287
			1.977	19.356	0.062	5.649	2.857	-0.324	11.621
QUI	15.035	0.000	1.423	39.000	0.163	5.120	3.598	-2.159	12.398
			1.390	20.547	0.179	5.120	3.682	-2.548	12.787

从冬泳组与对照组跟骨超声骨密度指标均值结果(表 1)可以看出,冬泳组老年人的跟骨宽带超声衰减(BUA)、超声声速(SOS)、定量超声指数(QUI)和骨密度(BMD)值均高于对照组,但两组间 t 检验结果表明,只有老年男性的各项测试指标之间存在非常显著的组间差异($P < 0.01$,见表 2);老年女性组的各项检测指标只有宽度超声频率衰减(BUA)指标存在组间差异($P < 0.05$,见表 3),其他指标在方差不齐时,双侧检验值都大于 0.05 的水平,95% 置信区间跨 0 也进一步表明了各指标均值之间不存在显著差异。提示长期参与冬泳运动能使老年人,特别是男性老年人的骨密度测试指标发生较大变化。

表 5 冬泳组与对照组骨代谢指标的独立样本 T 检验结果

Table 5 Independent sample T test of the bone metabolism markers between winter swimming group and control group									
测试指标	方差齐性检验			T 检验				95% 置信区间	
	F 值	Sig 值	T 值	自由度	Sig 值	均方差	标准误	最小值	最大值
Ca (mmol/L)	6.492	0.012	6.954	112.000	0.000	0.070	0.010	0.050	0.090
			7.274	88.138	0.000	0.070	0.010	0.051	0.089
P (mmol/L)	0.720	0.398	0.780	112.000	0.437	0.009	0.011	-0.013	0.030
			0.805	101.832	0.423	0.009	0.011	-0.013	0.030
ALP (U/L)	6.007	0.016	2.550	112.000	0.012	3.212	1.260	0.716	5.707
			2.481	88.400	0.015	3.212	1.294	0.639	5.784
BGP ($\mu\text{g/L}$)	70.869	0.000	21.572	112.000	0.000	0.606	0.028	0.550	0.662
			22.900	71.538	0.000	0.606	0.026	0.553	0.659
TRACP5b ($\mu\text{g/mL}$)	5.543	0.020	-8.829	112.000	0.000	-0.145	0.016	-0.177	-0.112
			-8.706	100.546	0.000	-0.145	0.017	-0.178	-0.112

表 4、表 5 的研究结果显示,影响骨代谢的各指标在两个组别之间呈现出不同的变化特点:冬泳组的血清磷(P)含量的平均值虽然高于对照组,但双侧检验的相伴概率为 0.437,表明两组的均值不存在组间差异;冬泳组的碱性磷酸酶(ALP)略高于对照组同类指标,方差不齐时的统计学检验结果显示均值的组间差异具有显著性($P < 0.05$);冬泳组血清钙(Ca)、骨钙素(BGP)的测量值显著高于对照组同类指标,冬泳组抗酒石酸酸性磷酸酶 5b (TRACP5b)的含量略低于对照组,两组的这 3 项指标均值在方差不齐时的统计学检验结果均显示,均值的组间差异非常显著($P < 0.01$)。结果提示:长期进行冬泳锻炼可以使反映骨代谢能力的相关生理指标发生变化。

3 讨论

3.1 冬泳运动对老年人骨密度的影响

骨密度能反映骨质疏松程度,是骨质量的重要

2.2 冬泳组与对照组骨代谢能力指标比较

表 4 冬泳组与对照组骨代谢指标

Table 4 Descriptive analysis of the bone metabolism markers between winter swimming group and control group

指标	组别	人数	均值	标准差	均值标准误
Ca (mmol/L)	冬泳组	61	2.211	0.067	0.01
	对照组	53	2.141	0.032	0.00
P (mmol/L)	冬泳组	61	1.183	0.069	0.01
	对照组	53	1.175	0.043	0.01
ALP (U/L)	冬泳组	61	97.347	5.331	0.68
	对照组	53	94.135	8.007	1.10
BGP ($\mu\text{g/L}$)	冬泳组	61	5.457	0.197	0.03
	对照组	53	4.851	0.058	0.01
TRACP5b ($\mu\text{g/mL}$)	冬泳组	61	2.668	0.079	0.01
	对照组	53	2.8126	0.096	0.01

标志。相关研究表明骨密度与骨强度成高度正相关^[1],是十分重要的骨折预测指标。从冬泳组与对照组跟骨超声骨密度指标结果比较表 1 可以看出,冬泳组老年人的宽带超声衰减(BUA)、超声声速(SOS)、定量超声指数(QUI)和跟骨密度(BMD)值均高于对照组,且老年男性组的各测试指标均值之间存在非常显著的差异($P < 0.01$),陈敏雄^[2]的研究结果也表明老年人跟骨 BMD 存在着性别的高度显著性差异,并认为老年男性跟骨 BMD 明显高于老年女性,老年男性常锻炼组的 BMD 显著高于不常锻炼组。因此本研究认为长期坚持冬泳运动有助于维持老年人特别是男性老年人的骨矿含量和骨密度,能有效减轻老年人骨矿含量随增龄而下降的幅度,起到一定的预防骨量丢失和骨质疏松的作用。

冬泳运动之所以能使骨密度增高,主要原因可能在于冬泳运动是一项全身性的冷刺激运动。骨骼肌在冷刺激中作用下,肌细胞群活力、氧化能力和血流量明显增加,因而增加了肌肉量及肌肉收缩力,而

肌肉量与骨量呈正相关、肌肉收缩是增加骨质的重要因素,从而有利于促进骨质的形成和骨矿物质沉积^[3]。其次,冷刺激运动能促进激素的合成和释放,而许多激素都可影响骨质代谢^[4],其中以性激素和趋钙素最为重要,例如睾酮能促进骨蛋白质合成、钙磷沉积,并能促进骨质生成、抑制骨质吸收,还能使骨矿含量和基质增多等。第三可能是由于冬泳运动是一种户外运动,长时间的阳光照射有利于增加维生素 D 的合成和促进钙的吸收,加上冬泳运动后能增加老年人食欲,每日摄入的营养相对较多,相应加大了对营养物质特别是对钙磷的吸收,血钙含量的增加则会有利于血钙向骨内输送和破骨细胞向成骨细胞转变,抑制骨钙的释放、减少骨量丢失^[5],从而增强了骨密度。

3.2 冬泳运动对老年人骨代谢指标的影响

3.2.1 冬泳运动对老年人血清钙、磷生化指标的影响:钙、磷是组成人体骨组织的主要物质成分,血清钙和磷含量保持相对稳定主要依赖于人体对钙、磷物质的吸收和排泄的平衡能力,这些平衡能力主要受维生素 D₃ 和甲状旁腺素及降钙素等相关激素的调节。相关研究表明人体血清中的钙、磷含量能间接反应骨代谢的情况^[6],且只有钙、磷浓度的乘积保持在一定水平时才能确保骨组织进行合成代谢,即以 mg/dL 表示时,血液中钙、磷浓度的乘积大于 40 mg²/dL² 时(钙:1 mmol/L = 4 mg/dL;磷:1 mmol/L = 3.5 mg/dL),有利于钙和磷以骨盐形式沉积于骨组织,小于 35 mg²/dL² 时则可能会妨碍骨的钙化,影响成骨作用^[7]。

冬泳组和对照组均为无骨代谢疾病的老年人,从骨矿物质的生化成分测量结果可以看出,各指标测量值均在正常范围内,但从血清钙、磷两项指标含量的乘积结果来看,冬泳组老年人的钙磷浓度乘积(36.61 mg²/dL²)略高于对照组老年人(35.22 mg²/dL²),测量指标数值显示,这一结果主要是由于冬泳组老年人血清钙的含量略高于对照组造成的,考虑可能是因为长时间在室外进行冬泳运动不但加速了人体新陈代谢的过程,同时冬泳时水的按摩作用也在一定程度上促进了胃肠蠕动,加之运动过程中较多裸露皮肤能够更多地接受紫外线照射,也有效促进了皮肤合成更多的内源性维生素 D₃,这些都有利于人体对钙的吸收,有利于增加体内血清钙的含量。

3.2.2 冬泳运动对老年人血清骨钙素含量的影响:研究表明血清骨钙素(BGP)大部分是由体内成骨细胞产生后释放到血液中的,血清骨钙素与骨内骨钙

素含量呈密切正相关,骨钙素值会随年龄的变化和骨更新率快慢而发生不同地变化,骨组织的更新率越快,血清骨钙素值就会相应增高,体内血清骨钙素浓度既能在一定程度上反映成骨细胞的活性,也能在一定程度上解释骨转换过程中骨形成速率的快慢^[8],它对反映人体骨组织瞬间的骨转换水平和评价人体的骨代谢状态具有独特的意义^[9],因此体内血清骨钙素(BGP)检测目前也被认为是研究骨形成和骨更新状态的较理想检测指标。

本研究中,冬泳组老年人人体内血清 BGP 测试均值高于对照组,且与对照组之间存在非常显著的差异, $P < 0.01$ 。表明老年人长期进行冬泳运动有利于提高自身的骨生成作用和骨转换水平,有利于提高骨形成速率、改善骨代谢状态,能对老年骨质疏松症的预防起到一定的积极作用。这与欧阳梅^[10]的研究结果也较为一致,她的研究表明老年人通过长期进行越野行走类的有氧运动能够增强成骨细胞活性,使体内血清 BGP 值增高、骨生成作用增强,使老年人的骨代谢保持在较好的状态之中。

3.2.3 冬泳运动对老年人血清碱性磷酸酶的影响:碱性磷酸酶(ALP)是参与骨代谢的一种较重要蛋白质,血中的碱性磷酸酶约有一半来源于骨组织,其余的大部分来源于肝脏,因此临床上碱性磷酸酶(ALP)的测定多用于诊断骨骼系统和肝胆系统的疾病,如在评价骨的形成作用和骨转换速率时就常采用测定骨碱性磷酸酶或血清碱性磷酸酶的含量的方法。体内大部分碱性磷酸酶分布于骨组织的成骨细胞内,成骨细胞活跃时分泌的碱性磷酸酶,一部分在骨矿化区参与骨矿化作用(碱性磷酸酶在骨矿化区可使磷脂水解,使生成的磷酸根和钙离子反应后沉积在骨胶原架上产生骨矿化),另一部分则可进入血液使血中碱性磷酸酶的活性增强。因此一般认为如果没有其他肝胆疾病,血清中碱性磷酸酶的活性升高就表明人体的成骨细胞活性增加并处于较活跃状态。

本研究的结果显示冬泳组的血清碱性磷酸酶高于对照组,表明长期的冬泳运动有利于增强成骨细胞的活性,有利于促进骨的合成,对于骨的合成作用逐渐处于弱势的老年人来说,长期进行冬泳练习就可能会对老年性骨质疏松症能起到一定的预防和缓解作用。这与苗福盛、王猛等^[11]的研究结果较为一致,他们通过研究 60 名绝经女性在进行 4 种健身气功锻炼后骨密度和骨代谢指标的变化发现健身气功组的血 ALP 水平明显高于对照组,认为健身气功运

动既可以促进成骨细胞建骨状态,又能有效抑制破骨细胞的骨吸收活动。

3.2.4 冬泳运动对老年人的抗酒石酸酸性磷酸酶的影响:血液中酸性磷酸酶的来源较为广泛,其中包括骨、前列腺等组织以及红细胞和血小板等,骨源性的酸性磷酸酶即抗酒石酸酸性磷酸酶(TRACP - 5b)因其能够抵抗酒石酸的抑制而得名。抗酒石酸酸性磷酸酶是骨代谢指标中能及时反映骨吸收作用的较重要的检测指标之一,主要在骨吸收过程中由破骨细胞释放,研究表明血液中 TRACP-5b 含量的变化明显要早于骨密度指标的变化^[12],血中抗酒石酸酸性磷酸酶的含量增加时即预示着破骨细胞的活性和骨吸收作用在增强^[13],且有研究表明骨转化率较高的代谢性骨病患者如骨质疏松性骨折患者的 TRACP-5b 含量均有可能出现升高现象^[14]。

长期参与冬泳的老年组的抗酒石酸酸性磷酸酶略低于对照组,表明长期进行冬泳练习有助于抑制破骨细胞的活性,结合上述碱性磷酸酶的活性也增强的研究结果,认为长期进行冬泳练习不但能使成骨细胞的活性增强促进骨的合成,还有助于抑制破骨细胞的活性和骨吸收作用。对老年人特别是患有代谢性骨病的老年人来讲,是一项比较理想的适于锻炼的健骨运动。吴斗雷等^[15]的研究结果表明,绝经后妇女在通过半年或一年的毽球运动锻炼后血清抗酒石酸盐酸性磷酸酶活性升高,且运动一年组效果最明显,他们认为健骨类运动有抑制绝经后高转换型骨吸收的趋势。

综上所述,可以看出长期冬泳运动能够有效改善老年人特别是男性老年人的骨矿含量和骨密度,具有一定的预防骨量丢失和骨质疏松的作用,同时长期参与冬泳锻炼还有助于改善老年人的骨代谢能力,对提高老年人整体健康水平具有积极意义。

【 参 考 文 献 】

[1] 肖建德主编.实用骨质疏松学(第一版)[M].北京:科学出版社,2004. 178-179.
Xiao JD. Practical osteoporosis [M]. Beijing: Science Press, 2004. 178-179.

[2] Chen MX. Effects of Physical exercise on bone mineral density of the elderly [J]. Zhejiang Sport Science, 2004,26(3):42-43.

[3] Zhang GQ. Research on bone growth and metabolism of female

artistic gymnastics trainer in peripubertal [J]. China Sport Science And Technolgy, 2013,49(1):84-87.

[4] Jiang FY. Hormone levels and BMD of premenopausal sportive people and non-sportive ones [J]. Journal of Chengdu Sport University,2012,38(5):87-90.

[5] Li HJ, Wang ZZ, Yan Y. Physical activity and bone health [J]. Journal of Beijing Sport University, 2012,35(8):37-42.

[6] 俞越,曹国峰,张世刚,等.老年髋部骨折患者骨密度、骨代谢指标及血清瘦素水平表达分析[J].中国老年保健医学,2012,2:24-25.

Yu Y, Cao GF, Zhang SG, et al. The expression analysis of bone mineral density, bone metabolism index and serum leptin of elderly patients with hip fracture[J]. Chinese Journal of Geriatric Care, 2012, 2:24-25.

[7] Zhang DM, Feng B, Ni YF, et al. The study of the relationships among bone mineral density, bone biochemical markers, and osteoporotic fractures in senior patients with primary osteoporosis [J]. Chin J Osteoporos,2011,04:304-306.

[8] Luo SX, Qin X, Zhao FM, et al. Serum osteocalcin reference intervals and related factors among the male Han people of the coab4ia[area of Guang Xi [J]. Chin J Lab Diagn, 2011,03:488-491.

[9] Jia YY, Zhou P, Zhang YJ. Study of serum osteocalcin and its function [J]. Journal of Changchun College of Traditional Chinese Medicine,2012,05:899-900.

[10] OuYang M. Effects of nordic walking on elder people's bone mineral density and bone metabolism markers [J]. Journal of Beijing Sport University.2007,30(8):1065-1067.

[11] Miao FS, Wang M. Research of fitness qigong on menopause female's bone mineral density and bone metabolism[J]. Journal of Jilin Institute of Physical Education, 2012,28(3):107-109.

[12] Wang SH, Liu J, Cao YX, et al. Changes of serum bone gla protein and tartrate. resistant acid phosphatase and their influencing factors in patients with ankylosing spondylitis ~ a report of 60 cases[J]. Journm of Anhui TCM-College, 2012,01:9-13.

[13] Guo Y, Guo C, Yan YX et al. Influences of cyclic tensile strain on proliferation of preosteoclasts and osteoclasts and tartrate-resistant acid phosphatase [J]. Journal of Medical Biomechanics, 2012,03:299-304.

[14] Cao YM, Liu XZ. The clinical application of bone metabolism makers in the elderly people after osteoporotic fracture[J]. Chin J Osteoporos, 2011, 01:18-20.

[15] Wu DL, Li S, Tang H. Effects of shuttlecock on postmenopausal women. bone mineral density and metabolism [J]. Journal of Beijing Sport University, 2011,34(7):60-62.

(收稿日期:2013-04-28,修回日期:2013-06-20)

长期冬泳对老年人骨健康指标的影响

作者: [赵春琪, ZHAO Chunqi](#)
作者单位: [周口师范学院体育学院, 河南周口, 466001](#)
刊名: [中国骨质疏松杂志](#) 
英文刊名: [Chinese Journal of Osteoporosis](#)
年, 卷(期): 2014(6)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zggzsszz201406013.aspx