

体位改变对 Beagle 犬心脏自主神经控制的影响

潘永明, 陈 亮, 何 欢, 徐孝平, 陈民利

(浙江中医药大学动物实验研究中心/比较医学研究中心, 杭州 310053)

【摘要】 目的 观察体位改变对 Beagle 犬心脏自主神经控制的影响。**方法** 利用大动物无创生理遥测技术, 监测清醒活动状态下雌性 Beagle 犬在静态姿势 (lying、standing、sitting、hanging) 和运动 (walking) 姿势下的心电图 (ECG), 并用 HRV 功率谱分析其自主神经功能。**结果** 在静态姿势下, Beagle 犬 RR 间期 (RRI)、RR 间期的标准差 SDNN (SDNN)、相邻 RR 间期差值平方和的均方根 RMSSD (RMSSD)、相邻 R-R 间期差值 > 50 ms 的窦性个数占心搏总数的百分比 pNNabs (50) (pNNabs (50))、TP 总功率 (TP)、VLF 极低频功率 (VLF)、标准化高频功率 (HF norm) 均明显高于运动状态 ($P < 0.05$, $P < 0.01$), 而心率 (HR)、标准化低频功率 (LF norm) 和低频功率/高频功率 (LF/HF) 平衡指数则明显低于运动状态 ($P < 0.05$, $P < 0.01$)。**结论** 不同体位姿势在静息状态下以迷走神经活动兴奋为主, 相反, 在运动状态下以交感神经活动兴奋为主; 体位姿势改变能引起心率的变化, 必然影响心脏自主神经控制能力, 其主要取决于迷走神经活动强弱有关, 且导致 LF/HF 均衡性的破坏。

【关键词】 体位改变; 无创遥测; 自主神经; Beagle 犬

【中图分类号】 R33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856 (2012) 02-0047-05

doi: 10.3969/j.issn.1671.7856.2012.002.011

Effect of Postural Changes on Autonomic Nervous Control of Heart in Beagle Dogs

PAN Yong-ming, CHEN Liang, HE Huan, XU Xiao-ping, CHEN Min-li

(Zhejiang Chinese Medical University Laboratory Animal Research Center/

Comparative Medical Research Center, Hangzhou 310053, China)

【Abstract】 Objective The aim of this study was to observe the effect of postural changes on autonomic nervous control of heart in Beagle dogs. **Methods** Electrocardiogram (ECG) was recorded in static posture (lying, standing, sitting and hanging) and moving posture (walking) from conscious and unrestrained female Beagle dogs using a non-invasive telemetry system, and the autonomic nervous function was investigated by power spectral analysis of heart rate variability (HRV). **Results** In static postures, the RR interval, SDNN, RMSSD, pNNabs (50), total power (TP), very low frequency (VLF) power and normalized high frequency (HF) power were significantly higher than those in moving posture ($P < 0.05$, $P < 0.01$), while the heart rate, normalized LF and the LF to HF ratio were significantly lowered ($P < 0.05$, $P < 0.01$). **Conclusions** The parasympathetic nervous activity is dominant in static state of different postures, while sympathetic nervous activity is dominant in moving state. Postural changes can influence the heart rate and inevitably affect the cardiac autonomic nervous control. It depends on the intensity of the vagus nerve activity, and leads to the disturbance of LF/HF balance.

【Key words】 Postural changes; Non-invasive telemetry; Autonomic nervous function; Beagle dog

[基金项目] 浙江省实验动物科技计划项目 (2009F80018); 浙江省卫生高层次创新人才培养工程项目。

[作者简介] 潘永明 (1979 -), 男, 助理研究员, 研究方向: 实验动物与动物实验, E-mail: pym918@126.com。

[通讯作者] 陈民利 (1962 -), 女, 教授, 研究方向: 实验动物与比较医学, E-mail: minli-chen01@yahoo.com。

近年来遥测技术的应用,给动物生理学研究带来了新的技术方法,解决了由于环境刺激、实验操作等所引起的伦理学问题,而无创生理信号遥测技术由于其无创性、信号稳定、能长时程的记录,因而在动物生理、运输应激评估中而被广泛应用^[1,2]。一般来说,心脏的变化情况经常被用来判断动物心理-生理学改变的指标,如应激水平的增加导致心率的加快等^[3,4]。但自主神经系统对心率的调控作用最为显著,当处于运动、紧张、恐惧或激动时,由于交感神经兴奋,导致心率的加快。相反,在安静状态下,由于迷走神经兴奋,引起心率减慢。临床研究表明,人们体位改变会引起心率的变化^[5,6];且发现心率变异性(Heart rate variability, HRV)的不同成份可作为交感和副交感神经活动无创性的独立指标^[7],其中高频成分(HF, high frequency)受迷走神经的影响,可反映副交感神经的活动^[8],低频成分(low frequency, LF)可反映交感神经的活动^[9],而 VLF 目前认为可能受温度调节过程以及激素对肾素-血管紧张素-醛固酮系统的影响^[10],其确切的生理意义尚未清楚,LF/HF 比值则反映交感神经和迷走神经的均衡性。但目前不同体位姿势对动物心脏自主神经控制的研究甚少,需要了解动物心电图监测时采取何种体位姿势,确保降低研究结果的影响因素。为此,本文利用大动物无创生理信号遥测技术,研究体位改变对 Beagle 犬心脏自主神经控制的影响,为规范动物实验操作和提高动物福利提供实验依据。

1 材料和方法

1.1 实验动物

普通级 Beagle 犬,体重 10~12 kg,雌性,6 只,由嘉兴市嘉安实验动物养殖有限公司提供[SCXK(浙)2003-0007],饲养于浙江中医药大学动物实验研究中心[SYXK(浙)2008-0116],环境温度为(22±2)℃,相对湿度为 40%~65%。饲喂普通营养颗粒饲料和自由饮水,12 h/12 h 明暗交替。

1.2 主要仪器

EMKA 大动物无创生理信号遥测系统,法国 EMKA 公司生产。

1.3 方法

1.3.1 操作顺序:所有犬在适应性饲养期间进行不

同体位姿势训练和安抚训练,并观察一般情况,2 周后无异常者进行实验。按文献[1]的方法建立 Beagle 犬心电图遥测技术,监测不同体位下 Beagle 犬 II 导联的心电图,体位改变顺序:先监测静态姿势依次为[俯卧(lying)—四肢站立(standing)—坐立(sitting)—固定架悬挂(hanging)],最后监测运动状态下走路(walking)姿势,每种姿势待稳定后监测 5 min 以上的心电图,随后继续观察下一种姿势。

1.3.2 HRV 参数分析:将每种体位姿势下的心电图导入 EMKA “ECG-Auto” V2.6.0.10 软件中,进行自动化分析 RR 间期和心率变异性。时域分析指标以 RR 间期的标准差 SDNN(SDNNRR 间期的标准差)、相邻 RR 间期差值平方和的均方根 RMSSD(RMSSD 相邻 RR 间期差值平方和的均方根)、相邻 R-R 间期差值 >50 ms 的窦性个数占心搏总数的百分比 pNN50(pNN50 相邻 R-R 间期差值 >50 ms 的窦性个数占心搏总数的百分比)表示;按文献[11]采用 FFT 功率谱分析,获取总功率(TP)、极低频功率(VLF)、低频功率(LF)和高频功率(HF),进行 Ln 化,同时对 LF 和 HF 进行标准化处理,计算 LF/HF 平衡指数。

1.4 统计学方法

数据以($\bar{x} \pm s$)表示,采用 SPSS13.0 统计软件进行单因素方差分析和 LSD-t 检验,相关性采用 Pearson r 相关分析, $P < 0.05$ 表示有统计学意义。

2 结果

2.1 体位改变对 Beagle 犬心率变异性时域分析指标的影响

与俯卧姿势比,俯卧姿势下 Beagle 犬 RR 间期、RMSSD、pNNabs(50)均明显高于站立姿势($P < 0.05$, $P < 0.01$),同时 RR 间期亦显著高于悬挂姿势($P < 0.05$);另外,站立姿势下 Beagle 犬 pNNabs(50)亦明显低于悬挂姿势($P < 0.05$);与运动状态走路姿势比,走路姿势下 Beagle 犬 RR 间期、SDNN、RMSSD 和 pNNabs(50)均低于各种静态体位姿势,其中与俯卧姿势下 SDNN、RMSSD、pNNabs(50)指标和站立姿势下 SDNN 和 pNNabs(50)指标以及坐立姿势下 RMSSD 和 pNNabs(50)指标均差异显著($P < 0.05$, $P < 0.01$),且走路姿势下 Beagle 犬 RR 间期、RMSSD 和 pNNabs(50)亦明显低于悬挂姿势($P < 0.05$, $P < 0.01$);见表 1。

表 1 体位改变对 Beagle 犬心率变异性时域分析指标的影响 ($\bar{x} \pm s, n = 6$)

Tab.1 Effect of postural changes on HRV time-dominate analysis indexes in the Beagle dogs ($\bar{x} \pm s, n = 6$)

姿势 (Posture)	RR 间期 (RRI) (ms)	RR 间期的标准差 (SDNN) (ms)	相邻 RR 间期差值 平方和的均方根 (RMSSD) (ms)	相邻 R-R 间期差值 > 50 ms 的窦性个数 占心搏总数的百分比 [pNNabs (50)]
俯卧 Lying	564.2 ± 53.1 ^{bdee}	82.4 ± 17.9 ^{ee}	108.5 ± 31.6 ^{bbee}	51.5 ± 13.6 ^{bee}
站立 Standing	473.9 ± 54.3 ^a	73.0 ± 16.7 ^e	60.4 ± 19.4 ^{aa}	30.6 ± 12.5 ^{ade}
坐立 Sitting	514.8 ± 34.4 ^{ee}	70.0 ± 8.6	83.8 ± 28.2 ^e	41.6 ± 18.1 ^{ee}
悬挂 Hanging	500.2 ± 40.9 ^{aee}	67.3 ± 9.4	83.4 ± 25.2 ^e	47.4 ± 13.6 ^{bee}
走路 Walking	423.7 ± 32.7 ^{aacdd}	58.1 ± 4.6 ^{ab}	53.3 ± 6.0 ^{aacd}	24.2 ± 4.6 ^{aabcedd}

注:与俯卧比:^a $P < 0.05$,^{aa} $P < 0.01$;与站立比:^b $P < 0.05$,^{bb} $P < 0.01$;与坐立比:^c $P < 0.05$,^{cc} $P < 0.01$;与悬挂比:^d $P < 0.05$,^{dd} $P < 0.01$;与走路比:^e $P < 0.05$,^{ee} $P < 0.01$ 。

Note: Compared with lying state: ^a $P < 0.05$, ^{aa} $P < 0.01$; Compared with standing state: ^b $P < 0.05$, ^{bb} $P < 0.01$; Compared with sitting state: ^c $P < 0.05$, ^{cc} $P < 0.01$; Compared with hanging state: ^d $P < 0.05$, ^{dd} $P < 0.01$; Compared with walking state: ^e $P < 0.05$, ^{ee} $P < 0.01$.

2.2 体位改变对 Beagle 犬 HRV 频域分析指标的影响

与俯卧姿势比,俯卧姿势下 Beagle 犬 HR 显著低于站立姿势 ($P < 0.05$),Ln (TP)、Ln (VLF) 均明显高于站立姿势 ($P < 0.01$);同时,俯卧姿势下 Beagle 犬 HR、LFnorm 和 LF/HF 均明显低于悬挂姿势 ($P < 0.05$),Ln (TP)、Ln (VLF)、HFnorm 均明显高于悬挂姿势 ($P < 0.05$);且俯卧姿势下 Beagle 犬 Ln (VLF) 亦显著高于坐立姿势 ($P < 0.05$);与运动状态走路姿势比,走路姿势下 Beagle 犬 HR 明显高于俯卧、站立和悬挂姿势 ($P < 0.01$),Ln (TP)、Ln

(VLF) 和 Ln (HF) 则明显低于俯卧、站立、坐立和悬挂姿势 ($P < 0.05, P < 0.01$),另外,走路姿势下 Beagle 犬 LFnorm 和 LF/HF 均显著高于各种静态姿势 ($P < 0.01$),同时 HFnorm 亦明显低于各种静态姿势 ($P < 0.01$);见表 2。

2.3 体位改变引起 HR 与 LF、HF 及 LF/HF 及其 LF 与 HF 的相关性

体位姿势改变引起的 HR 变化与 LF 无明显相关,而与 HF 及 LF/HF 密切相关 ($P < 0.01$),且 LF 与 HF 之间有着密切的正相关 ($P < 0.01$);见图 1。

表 2 体位改变对 Beagle 犬 HRV 频域分析指标的影响 ($\bar{x} \pm s, n = 6$)

Tab.2 Effect of postural changes on HRV frequency-dominate analysis indexes in the Beagle dogs ($\bar{x} \pm s, n = 6$)

姿势 Posture	心率 (HR) (bpm)	总功率 Ln (TP) [ms ² /Hz]	极低频功率 Ln (VLF) [ms ² /Hz]	低频功率 Ln (LF) [ms ² /Hz]	高频功率 Ln (HF) [ms ² /Hz]	标准化低频功率 (LF norm) (nu)	标准化高频功率 (HF norm) (nu)	低频功率/ 高频功率 (LF/HF)
俯卧 Lying	107.1 ± 9.8 ^{bdee}	10.50 ± 0.20 ^{bhdee}	10.48 ± 0.19 ^{bhdee}	5.20 ± 0.49	6.46 ± 0.60 ^{ee}	23.00 ± 7.80 ^{dee}	77.00 ± 7.80 ^{dee}	0.31 ± 0.15 ^{dee}
站立 Standing	128.0 ± 14.3 ^a	10.13 ± 0.29 ^{ae}	10.10 ± 0.29 ^{ae}	5.10 ± 0.57	5.99 ± 0.65 ^{ee}	29.54 ± 8.28 ^{ee}	70.46 ± 8.28 ^{ee}	0.44 ± 0.18 ^{ee}
坐立 Sitting	117.0 ± 7.8 ^{ee}	10.29 ± 0.14 ^{ee}	10.26 ± 0.13 ^{ee}	5.26 ± 0.42	6.29 ± 0.53 ^{ee}	27.52 ± 10.43 ^{ee}	72.48 ± 10.43 ^{ee}	0.40 ± 0.21 ^{ee}
悬挂 Hanging	120.6 ± 10.2 ^{aee}	10.23 ± 0.16 ^{aee}	10.21 ± 0.16 ^{aee}	5.34 ± 0.24	6.06 ± 0.43 ^{ee}	32.97 ± 5.79 ^{aee}	67.03 ± 5.79 ^{aee}	0.50 ± 0.13 ^{aee}
走路 Walking	142.3 ± 10.9 ^{aacdd}	9.88 ± 0.20 ^{aabcedd}	9.86 ± 0.20 ^{aabcedd}	5.34 ± 0.71	4.75 ± 1.02 ^{aabcedd}	63.94 ± 9.21 ^{aabcedd}	36.07 ± 9.21 ^{aabcedd}	1.91 ± 0.66 ^{aabcedd}

注:与俯卧比:^a $P < 0.05$,^{aa} $P < 0.01$;与站立比:^b $P < 0.05$,^{bb} $P < 0.01$;与坐立比:^c $P < 0.05$,^{cc} $P < 0.01$;与悬挂比:^d $P < 0.05$,^{dd} $P < 0.01$;与走路比:^e $P < 0.05$,^{ee} $P < 0.01$ 。

Note: Compared with lying state: ^a $P < 0.05$, ^{aa} $P < 0.01$; Compared with standing state: ^b $P < 0.05$, ^{bb} $P < 0.01$; Compared with sitting state: ^c $P < 0.05$, ^{cc} $P < 0.01$; Compared with hanging state: ^d $P < 0.05$, ^{dd} $P < 0.01$; Compared with walking state: ^e $P < 0.05$, ^{ee} $P < 0.01$.

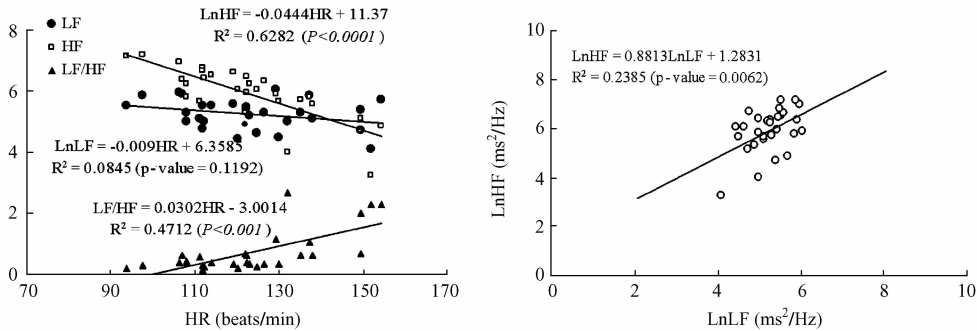


图 1 体位改变引起 HR 与 LF、HF 及 LF/HF 的相关性及其 LF 与 HF 的相关性

Fig. 1 Linear regression of postural changes-induced HR with LF, HF, LF/HF and LF with HF in the Beagle dogs

3 讨论

近年来,临床研究表明体位改变对孕妇胎儿脐动脉血流、胎儿位置异常和妇科腹腔镜手术时气管插管均有明显的影响^[12-14],也有研究显示因女性的血容量比较大,体位改变对女性的病理生理指标与男性比亦有所差异^[15]。故体位改变对女性的影响较大并受到研究者的关注。且目前生理遥测技术在监测清醒、自由活动状态下的动物生理行为的优势日益明显,且通过连续心电图监测和 HRV 分析能有效评估动物的自主神经功能,获取动物心脏自主神经控制有效的心血管参数^[16,17]。本文利用 EMKA 大动物无创生理信号遥测系统,研究了体位改变对雌性 Beagle 犬心脏自主神经功能的影响,结果表明 Beagle 犬体位改变能引起心率的明显改变,与国外学者的研究结果一致^[5,6],其心率快慢依次为 walking > standing > hanging > Sitting > lying,进一步提示体位姿势改变可影响心脏的活动,且采用俯卧、坐立姿势对心率的影响较少。

最近研究表明^[18],人体心率的调节方式主要包括神经调节、体液调节和自身调节三种,发现长时间的人体心率调节依赖于儿茶酚胺、肾素-血管紧张素-醛固酮系统等体液调节,而短时间的心率调节依赖于自主神经的调节,且心率的综合反应取决于交感神经与迷走神经间的动态平衡。并在静止或休息状态下,迷走神经兴奋而交感神经的活动被抑制,心动周期中心脏节律性的收缩和舒张主要依赖于迷走神经的调节。相反,在运动状态下,迷走神经的兴奋性降低,心率的变化主要由交感神经控制。本文时域分析显示,在静态姿势 (standing、hanging、sitting 和 lying) 下 SDNN、RMSSD 和 pNNabs (50) 均明显高于运动 (walking) 状态,其中 SDNN 反映交感和迷走神经活性,是总的 HRV 变化;RMSSD 则反映迷走神经活性,而 pNNabs (50) 主要反映迷走神经张力的大小,与心率快速变化有关,迷走神经张力减低时其值降低^[2];以上结果证实了运动状态下 Beagle 犬的总 HRV 降低明显,且较多的处于交感神经兴奋状态,导致迷走神经张力减低。另外,频谱分析结果亦显示,静态姿势下 HF 明显高于 LF,相反,运动姿势下 LF 高于 HF,且 LF/HF 比值明显升高,均证实了静息状态下的动物迷走神经兴奋而交感神经相对处于被抑制状态,同时也确认了采用俯卧和坐立的姿势对心脏活动影响较少。此外,

研究结果还显示静息状态下 Beagle 犬 TP 和 VLF 均明显高于运动状态,提示运动状态下儿茶酚胺、肾素-血管紧张素-醛固酮系统等体液调节可能参与了心率的改变。

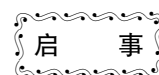
相关分析显示体位姿势的改变与 HF 和 LF/HF 平衡指数密切相关,而与 LF 无关,可见,体位姿势改变引起的心脏自主神经控制的变化主要取决于迷走神经活动强弱有关,且导致 LF/HF 均衡性的破坏;还发现 LF 与 HF 之间关系密切呈正相关,表明交感神经和副交感神经活动是相互的,是不可分割的有机体,体位姿势的改变必然引起交感神经和副交感神经活动的相互变化。

综上所述,不同体位姿势在静息状态下以迷走神经活动兴奋为主导,相反,在运动状态下以交感神经活动兴奋为主导;体位姿势改变能引起心率的变化,必然影响心脏自主神经控制能力,其主要取决于迷走神经活动强弱有关,且导致 LF/HF 均衡性的破坏。

参考文献:

- [1] 潘永明, 陈亮, 何欢, 等. 无创遥测技术观察运输应激对 Beagle 犬部分生理指标的影响 [J]. 中国比较医学杂志, 2011, 21(4):56-61.
- [2] 潘永明, 陈亮, 何欢, 等. 心率变异性评估运输应激对 Beagle 犬自主神经功能的影响 [J]. 中国实验动物学报, 2011, 19(1):69-73.
- [3] King T, Hemsworth PH, Coleman GJ. Fear of novel and startling stimuli in domestic dogs [J]. Appl Anim Behav. Sci. 2003, 82:45-64.
- [4] Langhein J, Nürnberg, G, Manteuffel G. Visual discrimination learning in dwarf goats and associated changes in heart rate and heart rate variability [J]. Physiol. Behav. 2004., 82, 601-609.
- [5] Carnethon MR, Liao D, Evans GW, et al. Correlates of the shift in heart rate variability with an active postural change in a healthy population sample: the Atherosclerosis Risk In Communities study [J]. Am Heart J. 2002, 143: 808-813.
- [6] Vuksanovic V, Gal V, Kalanj J, et al. Effect of posture on heart rate variability spectral measures in children and young adults with heart disease [J]. Int J Cardiol. 2005, 101:273-278.
- [7] Kamath MV, Fallen EL. Power spectral analysis of heart rate variability: a noninvasive signature of cardiac autonomic function [J]. Crit Rev Biomed Eng, 1993, 21:245-311.
- [8] Martinmaki K, Rusko H, Saalasti S, et al. Ability of short-time Fourier transform method to detect transient changes in vagal effects on hearts: a pharmacological blocking study [J]. AJP-Heart, 2006, 290(6):2582-2589.
- [9] Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, et al. Power spectral analysis

- of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog [J]. Circ Res. 1986, 59:178-193.
- [10] Akselrod S, Gordon D, Ubel F, et al. Power spectral analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control [J]. Science, 1981, 213 (4504): 220-222.
- [11] Harada T, Abe J, Shiotani M, et al. Effect of autonomic nervous function on QT interval in dogs [J]. J Toxicol Sci, 2005, 30 (3): 229-237.
- [12] 张再青, 康汉丽, 李法升. 孕妇体位改变对胎儿脐动脉血流速度影响的研究 [J]. 现代医院, 2010, 10(7): 11-12.
- [13] 郭义红. 头位难产中体位改变配合徒手矫正胎方位的临床价值 [J]. 当代医学, 2010, 16(21): 31-32.
- [14] 张志利, 李艳. 体位改变和气腹对妇科腔镜手术气管插管深度的影响 [J]. 河北医药, 2007, 29(2): 181.
- [15] 黄锦华. 人体位改变对肿瘤标志物甲胎蛋白 (AFP)、癌胚抗原 (CEA) 影响的初步探讨 [J]. 海南医学, 2004, 15(3): 81-83.
- [16] Kuwahara M, Suzuki A., Tsutsumi H., et al. Power spectral analysis of heart rate variability for assessment of diurnal variation of autonomic nervous activity in miniature swine [J]. Lab Anim Sci., 1999, 49(2): 202-208.
- [17] Kuwahara M, Hashimoto S, Tsubone H, et al. Power spectral analysis of heart rate variability in spontaneously hypertensive rats [J]. Jpn Heart J. 1994, 35: 367-368.
- [18] 应乐安, 王成焘, 沈仲元, 等. 体位变化对人体心率的即刻变化研究 [J]. 实用心电图杂志, 2008, 17(4): 248-250.
- [修回日期] 2011-09-20



《中国实验动物学报》《中国比较医学杂志》 入选世界卫生组织西太平洋地区医学索引

世界卫生组织近年来启动了全球卫生图书馆 (Global Health Library, GHL) 项目。该项目拟建立基于互联网的卫生虚拟图书馆, 旨在便捷的向全世界提供卫生相关信息。全球卫生图书馆由非洲区、美洲区、中东地区、欧洲区、东南亚区及西太平洋地区共同组成, 其中一项主要内容就是建立全球医学索引, 提供全世界的医学文献题录及文摘。

世界卫生组织西太平洋地区医学索引 (The Western Pacific Region Index Medicus, WPRIM) 作为全球卫生图书馆 (GHL) 的一个重要组成部分, 主要收录世界卫生组织西太平洋地区成员国出版的覆盖卫生、生物医学领域的期刊及灰色文献的题录 (包括文摘) 信息。

中国医学科学院医学信息研究所作为“WPRIM 中国生物医学期刊评审委员会”主任单位, 过去两年中已先后组织举办两次评审会议, 共评选出 122 种国内优秀的生物医学期刊为 WPRIM 收录期刊。

第三批 WPRIM 期刊评审工作已于 2009 年 10 月正式开展, 截止到 10 月 26 日, WPRIM 中国生物医学期刊评审委员会共收到符合 WPRO 期刊评审标准的有效申请 240 份, 根据 WPRIM 中国生物医学期刊评审标准, 同时兼顾学科领域, 经评审委员会评议, 共向 WHO 西太区期刊评审委员会推荐 81 种中国生物医学期刊入选 WPRIM, 这 81 种中国生物医学期刊中包括《中国实验动物学报》《中国比较医学杂志》!

编辑部向支持两刊出版的读者、作者致以深深谢意!

两刊编辑部