

如何验证由 ECG 心电信号与 PPG 光体积讯号所取得的呼吸频率

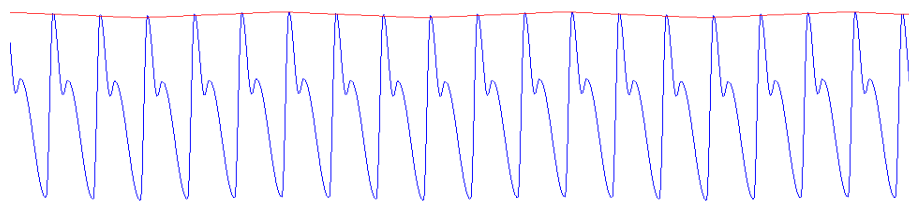
前言

呼吸频率的定义为在静止状态下测量一个人每分钟的呼吸次数，在临床诊断上，呼吸频率被广泛用来评估生理状态的信息指标，尤其用于睡眠及压力分析。由于现在穿戴式量测生理讯号的装置日渐普及，也使得 ECG 心电信号或 PPG 光体积讯号较为容易取得。目前不少穿戴式产品制造商开始发展从 ECG 或 PPG 讯号中提取呼吸讯号成分，由 ECG 讯号中分析出呼吸频率的方法为 EDR (ECG-derived Respiration)，而由 PPG 讯号中分析出呼吸频率的方法为 PDR (PPG-derived Respiration)，两种方法的共同优点为非主动式量测、讯号取得便利、安全且没有危险性。

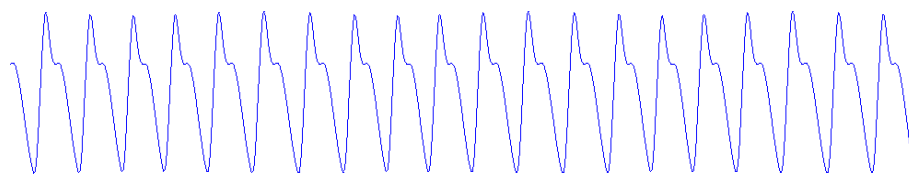
EDR 及 PDR 分析方法介绍

目前 EDR (ECG-derived Respiration) 的分析主要是利用三种呼吸造成 ECG 的变化来侦测呼吸率。第一个是因为呼吸导致心轴变位，最后造成 ECG 的振幅变化 (AM: Amplitude Modulation)。第二个是呼吸造成心跳改变 (FM: Frequency Modulation)。第三个是呼吸造成肋骨及横膈膜的肌肉变动产生的肌电信号 (EMG) 影响 ECG 的基线变化 (BM: Baseline Modulation)。

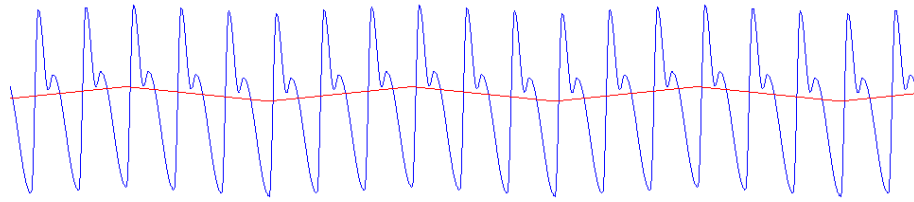
而 PDR (PPG-derived Respiration) 的分析方法也是利用三种呼吸造成 PPG 的变化来侦测呼吸率。第一个是因为呼吸导致心脏的容积量变化，最后造成 PPG 的振幅变化 (AM)。第二个是呼吸造成心跳改变 (FM)。第三个是呼吸造成胸腔压力变化造成静脉回血改变而影响到 PPG 的基线变化 (BM)。



呼吸造成 PPG 的振幅变化 (AM)

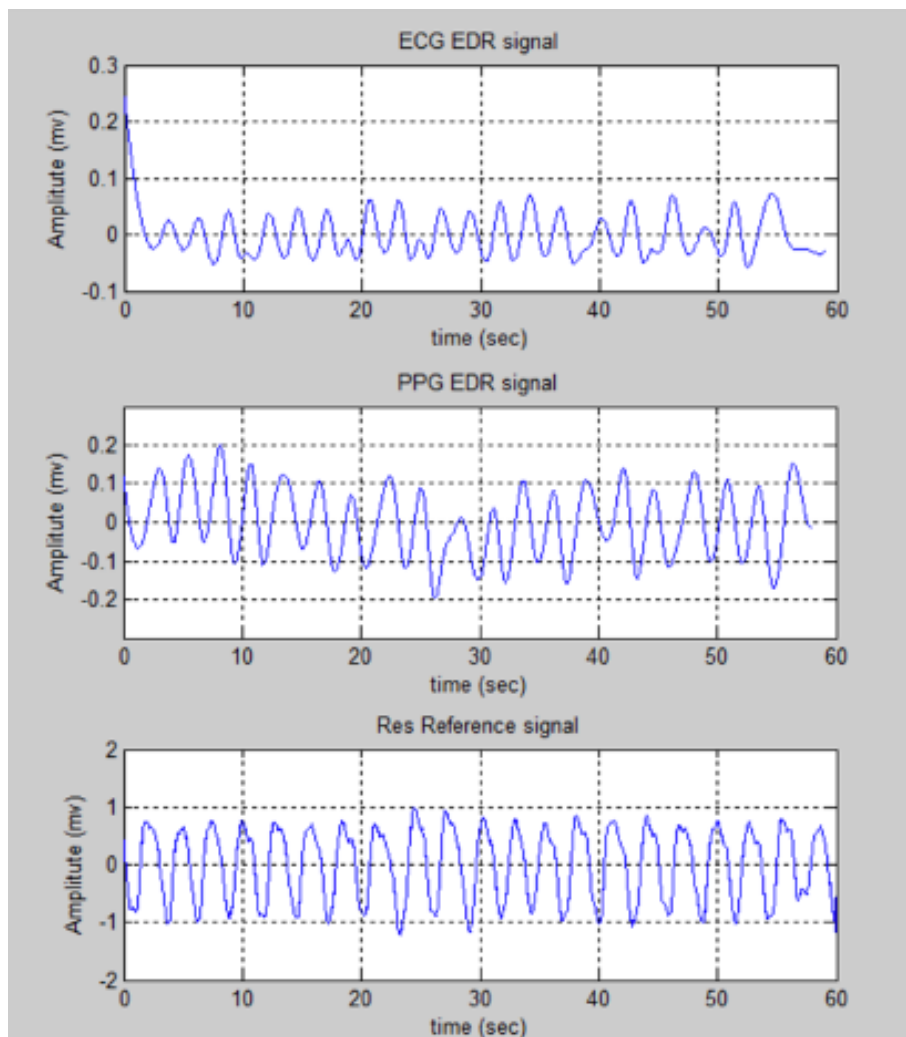


呼吸造成心跳改变 (FM)



呼吸造成基线变化(BM)

EDR 及 PDR 的技术是把这三种变化讯号撷取出呼吸讯号出来，并计算出每分钟的呼吸率。通常一个设备只会存在侦测一种讯号变化的功能。下图是从 EDR 及 PDR 算出来的呼吸讯号及实际呼吸讯号的比对。



如何验证 EDR 及 PDR 的准确度

在 EDR 及 PDR 的算法开发时，需要建立验证方法来确认算法的有效性。我们提出二个步骤来验证。

第一步、利用仿真讯号来验证基本功能及系统运算效能。鲸扬科技的 SECG 5.0 AIO 可将 AM、FM 及 BM 的呼吸调变讯号加在 ECG 讯号上。用户可以选择适合的调变讯号及不同参数(变动比率、心跳数及呼吸率)来验证。调整方法如下图所示，其调整范围为 0~16%，以 AM 而言是指在一次呼吸周期下，ECG 波振幅变化为原来振幅的 0~16%。FM 是指在一次呼吸周期下，相隔心跳变化为原设定心跳的 0~16%。BM 是指在一次呼吸周期下，基线漂移范围为 ECG 振幅的 0~16%。呼吸率可以设定每分钟 7~150 下。



第二步，透过真实 ECG 及 PPG 讯号来验证呼吸率的计算与实际透过阻抗式、温度或压电式呼吸量测法来做比对。目前在 PhysioNet 的网站里有四个适合的数据库。

数据库	受测者数量	ECG 讯号	PPG 讯号	呼吸量测方法
Cebsdb	20	○		压电式
Fantasia	39	○		未揭露
Slpdb	18	○		温度式
Mimic II/III	10	○	○	阻抗式

由此四个公开数据库可取得 ECG 或 PPG 的讯号，经由鲸扬科技的 SECG 5.0 AIO 或 AECG100，可将数据库的数字档案转换成模拟讯号输出。下图是从 Mimic II/III 取得的 ECG、PPG 及呼吸的波形图，可将经过 EDR/PDR 算法所得到的每分钟呼吸率与实际量测的每分钟呼吸率来做比对。



结论

EDR 及 PDR 的应用日益增加，而呼吸率的准确性亦是使用者所关注重点之一。鲸扬科技提供有效率的验证方法，协助医疗器材制造商在进入临床测试前，能够以重复且有效的方式做性能及算法效率的验证，提升临床测试的成功率，也可以运用在生产在线做为生产质量的把关。

Contact WhaleTeq
 +886 (2) 2596 0701
service@whaleteq.com