

研究快报

脱氧血红蛋白与红细胞膜的相互作用

许红 张志鸿

(复旦大学生理学和生物物理学系, 200433)

关键词 脱氧血红蛋白, 红细胞膜溶血速率, 阴离子通透性, 变形性

人红细胞中血红蛋白主要以游离态存在, 也有小部分与膜结合。文献报道, 脱氧状态下两者相互作用加强, 我们研究了这种相互作用的生物学意义, 主要测定了脱氧状态下: (1) 红细胞的低渗溶血速率; (2) 红细胞膜对阴离子的通透性; (3) 红细胞的变形性。

血红蛋白的脱氧采用本实验室自行设计的通氮气法。因一般商用氮气纯度不高, 所以须将氮气先通入一自制的含 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 的“脱氧器”, 然后将高纯化的、水饱和的氮气通入红细胞悬液约二小时至悬液呈暗红色, 用液体石蜡封盖, 并内加微量 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 粉末以保证脱氧的完全。根据吸收光谱可检验脱氧的完全程度。

红细胞低渗溶血速率的测定是依据“渗透休克法”采用本实验室的微机实时处理系统进行的。我们以溶血速率的快组分 K_1 及慢组分 K_2 为表征参数, K_1 主要与膜流动性有关, K_2 则与血红蛋白和膜的结合程度有关。实验得出: 室温下, 含脱氧血红蛋白 (DeoxyHb) 的红细胞在 31mmol/L NaCl 低渗介质中 ($\text{pH}=7.5$) K_1 为 (0.099 ± 0.013) 秒⁻¹, K_2 为 (0.052 ± 0.004) 秒⁻¹; 而含氧合血红蛋白 (HbO_2) 的对照组 K_1 为 (0.110 ± 0.004) 秒⁻¹, K_2 为 (0.074 ± 0.003) 秒⁻¹。此结果表明, 脱氧效应主要影响 K_2 组分——与对照组相比 K_2 下降 32% ($P < 0.001$), 而对 K_1 影响较小—— K_1 下降 10% ($P < 0.05$)。

红细胞对阴离子通透性的测定是用依据 NO_2^- 跨膜进细胞后能使血红蛋白转变为高铁血红蛋白 (MetHb) 的原理而设计的方法进行

的。用微机实时处理系统追踪此转变过程中红细胞悬液光吸收的改变, 即可快速测定这一由 Band3 中介的 NO_2^- 的通透性。我们以红细胞悬液光密度值下降到一半所需时间 T_s 为表征参数, T_s 越小, 说明通透性越大。实验得出: 脱氧状态下 T_s 为 (14.96 ± 0.62) 秒, 而对照的氧合状态下 T_s 为 (16.44 ± 0.46) 秒, 即脱氧后 T_s 下降 9.0% ($P < 0.001$), 表明脱氧后红细胞膜对阴离子的通透能力增大。进一步, 我们考虑了 NO_2^- 和 Hb 相互作用动力学对 T_s 的影响。实验表明 NO_2^- 和游离 DeoxyHb 作用的时间进程要比和游离 HbO_2 作用的更长些, 故若引进此项校正, 则脱氧后膜对阴离子的通透能力将更大些。

红细胞变形性的测定是用依据“渗透弹性偶联”理论而设计的方法进行的。这一理论解释了高分子 PEG 引起红细胞形成钱串 (Rouleau) 的现象以及红细胞钱串形成和细胞变形性的相关性。我们以有明显钱串形成的 PEG (平均分子量 20K) 起始浓度 C_i 为表征参数, C_i 越大, 钱串形成越难, 说明变形性越差。实验得出: 脱氧状态下 C_i 为 0.38%, 而对照的氧合状态下 C_i 为 0.31%, 表明脱氧后红细胞的变形能力下降。

本研究有助于我们获得更多的关于膜与血红蛋白相互作用的信息。人体静脉血中的血红蛋白主要以 DeoxyHb 形式存在, 因而对病理条件下这种相互作用的研究在医学临床上可能有重要的应用价值。

[本文于 1990 年 7 月 9 日收到]