

근육에서 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화를 혈액젖산염농도평가에 적용하기 위한 연구

변영희, 리영우

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《체육의 과학화는 체육발전의 위력한 추동력입니다.》

최근에 편속과근적외선분광법(CWNIRS)을 리용하여 수영선수들이 자전거에르고메터(cycle ergometer)에서 강도높은 훈련을 하는 동안 다리근육에서 실시간적으로 측정 한 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 상대농도변화 및 산소포화도변화를 혈액젖산염(blood lactate) 농도와 비교한 연구자료들[3, 4]이 발표되였다.

이러한 연구들은 훈련강도가 높아짐에 따라 선수의 근육에서 급격히 감소하는 옥시 헤모글로빈의 농도변화($\Delta[O_2Hb]$)와 증가하는 데옥시헤모글로빈의 농도변화($\Delta[HHb]$)와의 차($\Delta[O_2Hb] - \Delta[HHb]$)가 작을수록 혈액젖산염농도가 증가한다는것을 보여주었다.

우리는 수영훈련후 일정한 시간동안 선수의 근육에서 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화를 측정하고 이것을 혈액젖산염농도평가에 적용하기 위한 연구를 하였다.

실 험 방 법

수영훈련에 참가한 수영선수 2명(여자 18살, 20살)을 대상으로 측정하였다.

옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화는 근육산소측정기로 측정하였다.

광원과 수감소자로 구성된 근육산소측정기에서 광원은 극대파장이 각각 740, 850nm 인 LED이고 수감소자는 CCD촬영기(20BC, 640×480화소)이다. 2개의 LED사이의 거리는 0.5cm, 측정 한 화상에서 화소사이의 실제거리는 0.003 2cm이다. 측정점은 팔근육으로 하였으며 측정면적의 크기는 15mm×20mm이다.

수영훈련에 들어가기에 앞서 선수들의 팔근육에 근육산소측정기의 수감부를 대고 740, 850nm광원에 대한 근육산란화상을 각각 측정하여 훈련전 선수팔근육에 들어있는 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 상대농도를 구하였다.[1] 동시에 선수의 손끝에서 피를 뽑아 젖산염측정을 하였다.

혈액젖산염측정은 휴대용젖산염분석기(《Lactate ProTM》, 《LT-1710》)와 시편(F-4)으로 하였다. 측정은 1차수영훈련(100m자유영경기)과 2차수영훈련(100m×8회 간격훈련)후 각각 진행하였다. 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 상대농도측정은 1차, 2차수영훈련이 끝난 직후부터 5min동안 편속적으로 진행하였다. 혈액젖산염농도는 1차훈련때에는 2명의 선수에 대하여 훈련후 1min만에, 2차훈련때에는 선수 1은 훈련후 3min 30s, 선수 2는 훈련후 2min 30s만에 손끝에서 피를 뽑아 측정하였다.

실험결과 및 고찰

먼저 1차, 2차수영훈련후 수영선수팔근육에서의 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화를 고찰하였다.

1차수영훈련 후 5min동안 훈련전에 비한 선수팔근육에서의 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화를 고찰하면 그림 1과 같다.

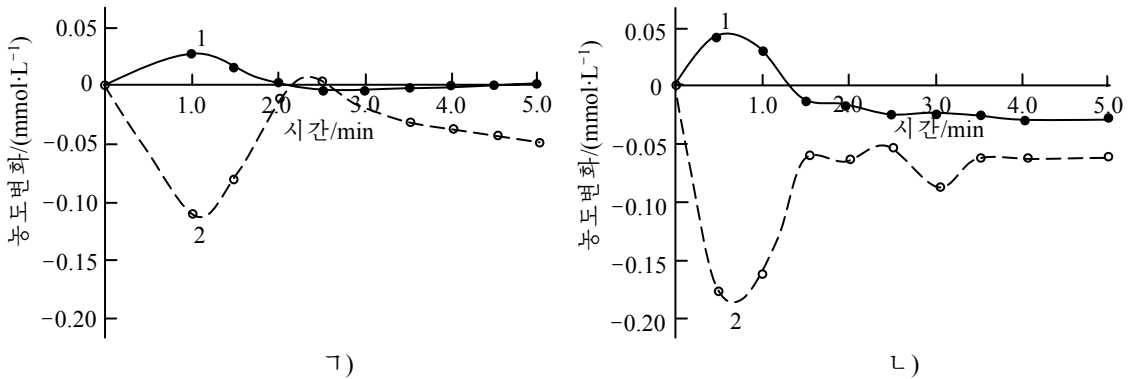


그림 1. 1차수영훈련 후 팔근육에서의 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화

ㄱ) 선수 1, ㄴ) 선수 2
1- Δ [HHb], 2- Δ [O₂Hb]

2차수영훈련 후 5min동안 훈련전에 비한 선수팔근육에서의 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화를 고찰하면 그림 2와 같다.

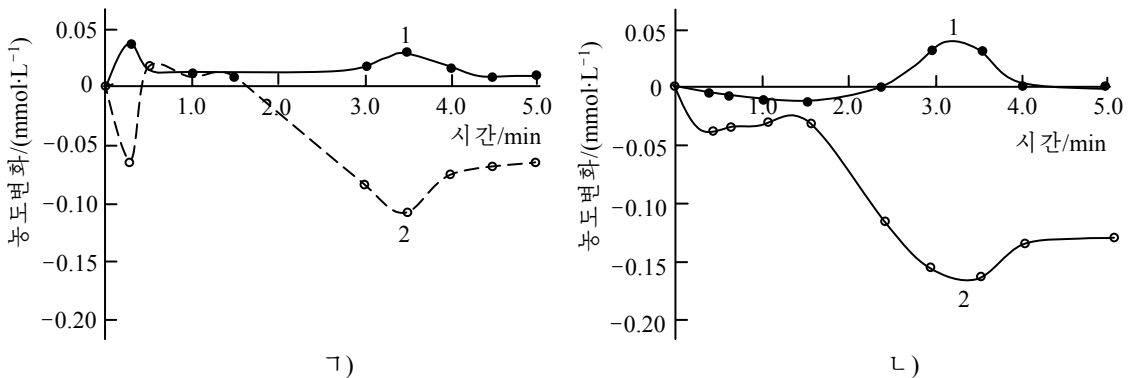


그림 2. 2차수영훈련 후 팔근육에서의 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화

ㄱ) 선수 1, ㄴ) 선수 2
1- Δ [HHb], 2- Δ [O₂Hb]

그림에서 Δ [HHb]와 Δ [O₂Hb]는 각각 훈련전에 비한 훈련후의 데옥시 및 옥시헤모글로빈의 농도변화이다.

그림 1, 2에서 보는바와 같이 1차, 2차훈련 후 2명의 팔근육에서 훈련전에 비하여 데옥시헤모글로빈의 상대농도는 증가하고 옥시헤모글로빈의 상대농도는 감소한다는것을 알 수 있다. 이것은 강도높은 훈련으로 국부근육에 생긴 혈액젖산에 의하여 근육조직의 수소이온농도가 높아지게 되며 보아효과에 의하여 옥시헤모글로빈의 해리를 증대시키므로 데옥시헤모글로빈농도는 커지고 옥시헤모글로빈농도는 작아진다는 선행연구자료[4]와 일치한다.

다음으로 훈련 후 5min간 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화차(Δ [O₂Hb]- Δ [HHb])가 시간에 따라 어떻게 변하는가를 선수별로 고찰하였다.(그림 3, 4)

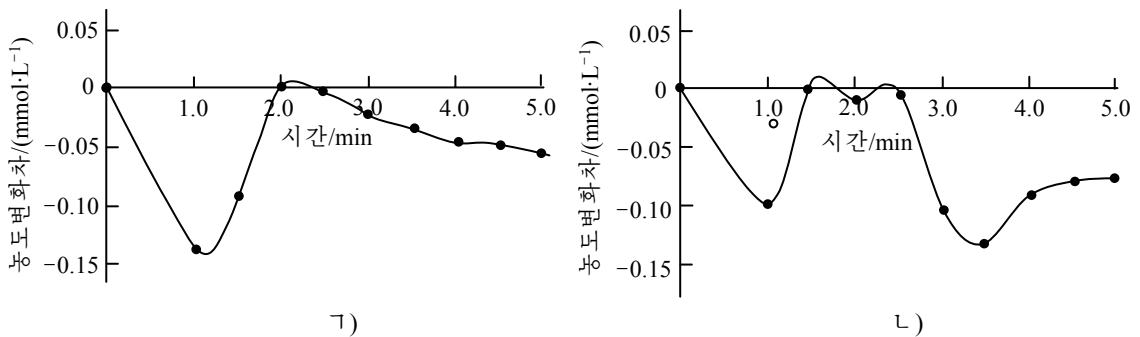


그림 3. 선수 1의 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화차

ㄱ) 1차훈련, ㄴ) 2차훈련

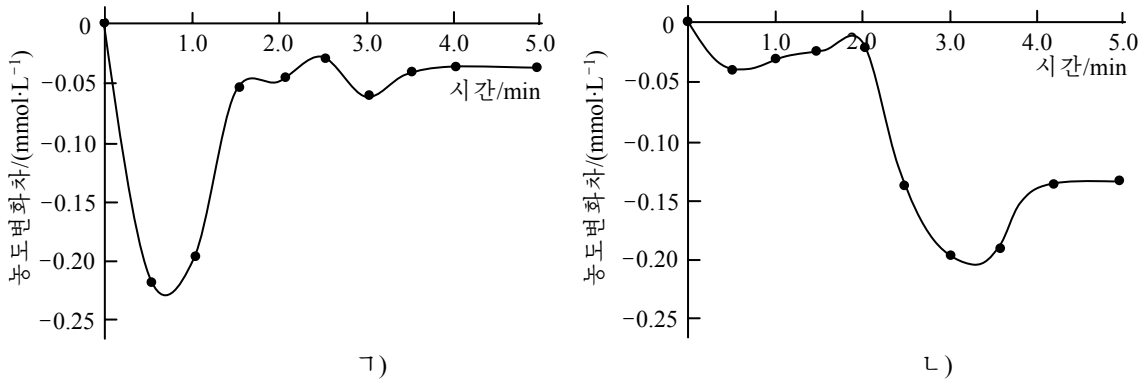


그림 4. 선수 2의 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화차

ㄱ) 1차훈련, ㄴ) 2차훈련

그림 3, 4로부터 선수 1의 경우 1차훈련 후에는 1min만에, 2차훈련 후에는 3.5min만에 $\Delta[\text{O}_2\text{Hb}] - \Delta[\text{HHb}]$ 의 최소값이 나타났으며 선수 2의 경우 1차훈련 후에는 0.5min만에, 2차훈련 후에는 3min만에 $\Delta[\text{O}_2\text{Hb}] - \Delta[\text{HHb}]$ 의 최소값이 나타난다는 것을 알 수 있다. $\Delta[\text{O}_2\text{Hb}] - \Delta[\text{HHb}]$ 와 혈액젖산염 농도사이의 관계에 대한 선행연구[4]로부터 선수 1의 경우 1차훈련 후에는 1min만에, 2차훈련 후에는 3.5min만에, 선수 2의 경우 1차훈련 후에는 0.5min만에, 2차훈련 후에는 3min만에 피를 뽑아 선수근육에 최대 축적된 혈액젖산염 농도를 평가할 수 있다.

다음으로 선수 1, 2에 대하여 1차, 2차훈련 후 경험적으로 정한 피뽑기시간에 측정된 혈액젖산염 농도를 동시에 측정한 $\Delta[\text{O}_2\text{Hb}] - \Delta[\text{HHb}]$ 와 비교한 결과는 표와 같다.

표. 1. 2차훈련 후 측정된 혈액젖산염 농도와 동시에 측정한 $\Delta[\text{O}_2\text{Hb}] - \Delta[\text{HHb}]$

구분	선수 1			선수 2		
	혈액젖산염 농도		$\Delta[\text{O}_2\text{Hb}] - \Delta[\text{HHb}]$ /(mmol·L ⁻¹)	혈액젖산염 농도		$\Delta[\text{O}_2\text{Hb}] - \Delta[\text{HHb}]$ /(mmol·L ⁻¹)
	피뽑기시간 /min	측정값/ (mmol·L ⁻¹)		피뽑기시간 /min	측정값 /(mmol·L ⁻¹)	
1차훈련 후	1	10.2	-0.138	1	9.7	-0.195
2차훈련 후	3.5	9.6	-0.132	2.5	6.2	-0.133

표에서 보는바와 같이 선수 1, 2에서 1차훈련에 비해 2차훈련때 혈액젖산염농도가 작다. 이것은 짧은 시간동안의 강도높은 훈련때보다 오랜 시간동안의 인내력훈련후 혈액젖산염농도가 비교적 적게 올라간다는 선행연구결과[2]를 잘 설명해준다. 또한 선수 1과 선수 2에서 혈액젖산염농도와 $\Delta[\text{O}_2\text{Hb}] - \Delta[\text{HHb}]$ 가 반비례관계에 있다는것을 알수 있다. 이것은 혈액젖산염농도가 클수록 $\Delta[\text{O}_2\text{Hb}] - \Delta[\text{HHb}]$ 값이 작아진다는 선행연구자료[4]와 일치한다.

이와 같은 실험결과는 훈련후 일정한 시간동안 선수근육에서의 $\Delta[\text{O}_2\text{Hb}] - \Delta[\text{HHb}]$ 값을 측정하면 훈련강도와 훈련수단, 개별적인 선수들에게 적합한 혈액젖산염농도측정시간을 정할수 있으며 또한 피를 뽑지 않고 혈액속의 젖산염농도를 평가하는데 리용할수 있다는것을 보여준다.

맺 는 말

수영훈련후 선수들의 근육에 대한 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화를 측정하면 선수들의 체질과 운동조건에 따라 달라지는 혈액젖산염농도측정을 위한 피뽑기시간을 과학적으로 정할수 있다는것을 밝혔다. 또한 옥시 및 데옥시헤모글로빈의 농도변화차를 리용하여 피를 뽑지 않고도 혈액속의 젖산염농도를 알아낼수 있는 가능성을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] 심지연 등; 조선민주주의인민공화국과학원통보, 3, 61, 주체109(2020).
- [2] 한철호; 조선체육, 12, 29, 주체102(2013).
- [3] Parisa Farzam et al.; Physiological Report, 6, 7, 13664, 2018.
- [4] Bangde Wang et al.; Proc. of SPIE, C1~C8, 7519, 2009.

주체109(2020)년 10월 5일 원고접수

On Applying the Change of the Concentration of Oxyhemoglobin and Deoxyhemoglobin in the Muscles to Concentration Evaluation of Blood Lactate

Pyon Yong Hui, Ri Yong U

We found that blood-gathering time for measuring concentration of the blood lactate could scientifically be defined by measuring the change of the concentration of oxyhemoglobin and deoxyhemoglobin in swimmers' muscles after swimming trains.

The concentration of blood lactate can be determined by using the difference of the concentration change of oxyhemoglobin and deoxyhemoglobin without gathering blood.

Keywords: oxygenated hemoglobin, deoxygenated hemoglobin, blood lactate