

スクーバ潜水訓練時の血液成分の変化

竹内 久美^{*1} 毛利 元彦^{*1}

当センターで実施した2度のスクーバ潜水訓練に参加した113名の健康な男子を被験者として血液分析を行った。採血は訓練前と訓練4日目のスクーバ潜水前後に実施した。経日変化では、特に2度目の訓練で、被験者の75%に運動性貧血が表れた。この主な原因は同時に実施したアンケート調査の結果により、訓練中の体力の消耗とカロリー摂取量の不足による栄養不足であることが示唆された。一方、潜水前後の変化では、潜水後にWBCの増加とLDH及びCPK活性値の上昇が認められた。これらの変化はヘモグラムやLDHアイソザイムの結果から、潜水訓練時の筋運動によってもたらされたことが判明した。特に潜水が不得手な者ほどこれらの増加・上昇率が顕著となったが、すべて一過性の変化であった。このほか潜水によって生じる利尿が体内で産生されたuAの排泄を促進し、潜水後の血中uAレベルの増加を抑制するのに効果的であることが示唆された。

キーワード：スクーバ潜水、運動性貧血、運動性高尿酸血症現象、ヘモグラム、LDHアイソザイム

Changes in Blood Components during Scuba Diving Training

Hisayoshi TAKEUCHI^{*2} Motohiko MOHRI^{*2}

Blood analysis was conducted before training (control), and before and after scuba diving through two dives in JAMSTEC. The subjects were fifty three and sixty year old male adults, respectively. In the changes which accompany the lapse of days, especially during the second training, sports anemia occurred in 75% of the subjects. It was suggested that the sports anemia was caused by waste of physical strength and a loss of nourishment throughout of training. On the other hand, at the change of before and after scuba diving, increased WBC, elevated LDH and CPK activities were observed after the dive. It seemed that the changes were the result of exercising the skeletal muscle of the legs. These changes appeared in unskilled, poor scuba divers. However, the changes were temporary. In addition, it seemed that diuresis done during a dive was effective in excreting uric acid produced in the body.

*1 海域開発研究部

*2 Marine Development Research Department

Key words : Scuba diving, Exercise-induced hyperuricemia, Sports anemia, Hemogram, LDH isozyme

1 はじめに

顔面を水に浸すと“diving response”と呼ばれる反応が起こり、即座に徐脈や血管収縮現象が起こる^{1)~5)}。また身体を水に浸けると時間の経過に伴って利尿^{6)~8)}が起こる。これらは浸水や圧力などの影響によって起こる現象であるが、すべて一過性の変化であるために、その状態はこれらの行為を終了した時点で、直ちにもしくは比較的短時間で元に戻る。“素潜り”や“スクーバ潜水”は、常にこのような状況に曝されるが、この場合フィンキックによる運動負荷が加わるため、上記の現象に加えその影響が血液成分の変化として出現することが予測される。血液成分の変化を知ることは臨床上各臓器の疾患を把握する上で、また運動生理学の分野では、運動による各臓器の負荷状況を知るための極めて有効な手段となっている。そこで、本研究では潜水を運動生理学の分野から捉え、潜水訓練によって生じる血液成分の変化から、スクーバ潜水訓練による生体への影響について検討した。

2 方 法

当センターで実施した2度の「空気潜水訓練」

において、訓練生として参加した健康な男子113名を被験者として、訓練中にそれぞれ3回ずつの採血をし、血液検査を実施した。1度目(調査1)の被験者は53名で年齢は21~36才、2度目(調査2)は60名で年齢は21~33才であった。採血は両訓練時共ほぼ同じ条件下で行い、1回目は訓練開始前の昼食前(Control)に、2回目は訓練4日目の潜水前の昼食前(Before)に、3回目は同日の潜水後の夕食前(After)に実施した。なお調査1では、訓練後の血中尿酸レベルの増加を抑制させることを期待して、訓練開始後約90分を経過した時点で、すべての被験者にスポーツ飲料または50%果汁飲料を250mlずつ強制的に摂取させた。これに対し調査2では、訓練中の飲料摂取は各自自由に行わせた。ただし両者共その間、他の食物の摂取は一切禁じた。また、4日目の訓練内容は共にプールでのスノーケリングによる約500~600mの水面泳法や、水深3mでの潜水装備品の脱装着訓練などであった。訓練中の室温及びプールの水温は1度目がそれぞれ24.0℃と22.5℃、2度目が24.0℃と23.0℃で、すべての被験者はウェットスーツを着用した。これらの概要を表1に示す。

検査項目は、自動血球計数装置(トーアCC-130)

表 1 2回の調査の概要

Table 1 Outline in two investigations

	被験者数 (名)	年 齢 (才)	採 血		日 程		調査日のタイムスケジュール							訓練途中の飲水 な し
			訓練初日 Control 潜水前	潜水後	訓練4日目 Before 潜水前	After 潜水後	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
調査1	53	21~36	○	—	○	○	B ₁ 昼食	潜水訓練(脱装着・妨害排除等) 室温(24.0℃) D・水温(22.5℃)					B ₂	スポーツ飲料又は50%果汁飲料のいずれか 250mlを摂取
調査2	60	21~33	○	—	○	○	B ₁ 昼食	潜水訓練(脱装着・妨害排除等) 室温(24.0℃)・水温(23.0℃)					B ₂	任意

○印:実施 B₁, B₂:採血, D:飲料摂取(強制)

による赤血球数 (RBC), 白血球数 (WBC), ヘモグロビン量 (Hb) の計測, 遠心法 (クボタKH-120A) によるヘマトクリット値 (Ht) の測定及び白血球百分率 (ヘモグラム) の算定などの血液成分のほか, 自動化学分析装置 (TBA-380) による血清トランスアミナーゼ (S-GOT, S-GPT), 乳酸脱水素酵素 (LDH), γ -グルタミルトランスペプチターゼ (G-GTP), クレアチンフォスフォキナーゼ (CPK), 尿酸 (UA), 総蛋白 (TP), 血糖 (GLU), 総コレステロール (T-CHO), 中性脂肪 (TG) の分析及び電気泳動法によるLDHアイソザイムの測定などの生化学項目であった。

3 結 果

調査1における血液成分のControlとBeforeの比較 (3日間の経日変化) では, RBC, Hb及びHtが共にBeforeでわずかに増加したがWBCはほとんど変化しなかった (図1)。BeforeとAfterの比較 (潜水前後の変化) では, AfterでWBCのみが $69 \pm 16 (\times 10^2 / \mu l)$ から $95 \pm 20 (\times 10^2 / \mu l)$ と, 統計学的に有意な増加 ($P < 0.001$) を示したほかは特に変化はみられなかった。同調査の血液生化学のControlとBeforeの比較では, BeforeでS-GPT, γ -GTP活性値がやや下降し, TP, GLU, T-CHO及びTGがわずかに減少した。逆にLDHとCPK活性値は上昇したが, これらはすべて有意な変化ではなかった (表2)。BeforeとAfterの比較では, AfterでLDH及びCPK活性値の上昇やUA, TP, T-CHO及びTGの増加がみられたが, このうちLDHとCPK活性値が共に有意な変化を示した。LDHのBeforeの活性値は 140 ± 20 (IU/L) で, Afterで 157 ± 25 (IU/L) となり ($P < 0.01$), CPK活性値は 191 ± 127 (IU/L) から 268 ± 177 (IU/L) となった ($P < 0.05$) (表2)。また本調査では, 訓練4日目の訓練の途中で強制的な飲料摂取を行わせたが, その結果AfterのUAがやや増加傾向を示したものの, 特に大きな変化はみられなかった (表2, 図2)。同様に飲料の相違による差もみられなかった (図3)。

一方, 調査2におけるControlとBeforeの比較では, RBCが $505 \pm 33 (\times 10^4 / \mu l)$ からBeforeで $487 \pm 33 (\times 10^4 / \mu l)$ に有意 ($P < 0.05$) に減少したのをはじめ, Htも 47.7 ± 2.4 (%) から

45.2 ± 2.3 (%) に有意 ($P < 0.001$) に減少し, Hbも 16.0 ± 0.9 (mg/dl) から 15.3 ± 0.8 (mg/dl) に有意 ($P < 0.001$) に減少した (図1)。

これらの結果は経日変化で貧血現象が表れたことを示しており, その出現率は被験者の75%に達した。そしてその原因を究明するために, 調査日の翌日 (5日目) に実施した訓練期間中の食事に関するアンケート調査の結果では, 95%の者が量や質に対する不満を訴えた。その主だった内容は食事量の不足や炭水化物を主としたメニューに対し, 蛋白質及び脂質の摂取不足に対する不満であった。それゆえ多くの者は連日, 間食 (パンやインスタントラーメンなど) により, 当面の満腹感を得ていた。WBCも同時期にやや減少したものの, 有意な変化ではなかった (図1)。BeforeとAfterの比較では, RBC, Ht及びHbはほとんど変化しなかったが, WBCは $63 \pm 15 (\times 10^2 / \mu l)$ から $85 \pm 18 (\times 10^2 / \mu l)$ に有意 ($P < 0.001$) に増加した (図1)。これはヘモグラムの結果から, 好中球の分葉核球 (seg) が著しく増加し ($P < 0.001$), 相対的にリンパ球 (lymph) が著しく減じた ($P < 0.001$) ことも明らかとなった (図4)。また表2に示した血液生化学のControlとBeforeの比較では, UAがControlの 5.3 ± 1.4 (mg/dl) からBeforeで 5.9 ± 1.4 (mg/dl) に有意 ($p < 0.05$) な増加を示したほかは, 他の項目に特に変化はみられなかった。BeforeとAfterの比較では, AfterでLDH活性値がBeforeの 144 ± 24 (IU/L) からAfterの 183 ± 24 (IU/L) に有意 ($P < 0.001$) に上昇した。この上昇はアイソザイムの結果により, LDH 4 とLDH 5 の増加によることが明らかとなった (図5)。その他には顕著な変化はみられなかった。

4 考 察

本調査におけるControlとBeforeの比較からは, 3日間の潜水訓練による経日変化が, またBeforeとAfterの比較からは, 当日の潜水前後の影響を知ることができた。調査1の訓練では, 経日変化で特に顕著な変化はみられなかったが, 調査2の訓練では多くの被験者に貧血が出現した。この貧血はその起こる時期や原因などの特徴から判断し, 陸上における各種運動競技で継続的な激運動を行っ

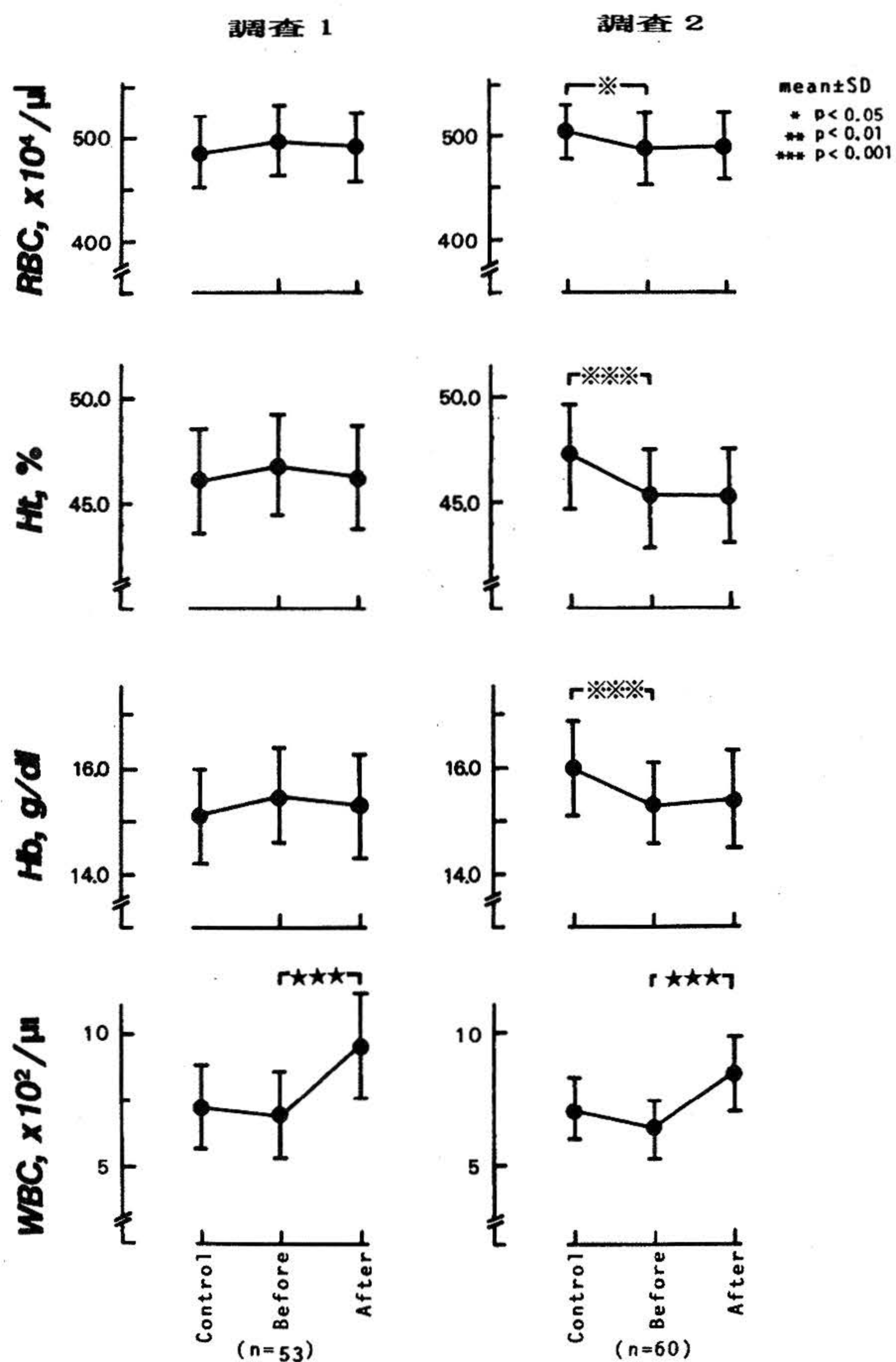


図1 血液成分の経日及び潜水前後の変化

Fig. 1 Change in blood components with the lapse of day and before and after dives. All values are means $\pm$ SD (n=53 and n=60). Significant difference (* = $P < 0.05$, *** = $P < 0.001$) compared to control values. Significant difference (*** = $P < 0.001$) compared to before values.

表2 2回の調査における血液生化学の経日及び潜水前後の変化

Table 2 Change in blood chemistries with the lapse of day and before and after dives in two investigations. All values are means $\pm$ SD (n=53 and n=60). Significant difference (* = $P < 0.05$) compared to control values. Significant difference (★ = $P < 0.05$, ★★ = $p < 0.01$, ★★★ = $P < 0.001$) compared to before values.

	S-GOT (IU/L)			S-GPT (IU/L)			LDH (IU/L)			γ -GTP (IU/L)		
	Control	Before	After	Control	Before	After	Control	Before	After	Control	Before	After
調査1	18 $\pm$ 6	19 $\pm$ 5	19 $\pm$ 6	15 $\pm$ 25	12 $\pm$ 7	10 $\pm$ 7	136 $\pm$ 23	140 $\pm$ 20	157 $\pm$ 25 ^{★★}	24 $\pm$ 20	21 $\pm$ 14	19 $\pm$ 13
調査2	20 $\pm$ 6	22 $\pm$ 6	24 $\pm$ 7	17 $\pm$ 12	17 $\pm$ 11	17 $\pm$ 11	128 $\pm$ 21	144 $\pm$ 24	183 $\pm$ 24 ^{★★★}	21 $\pm$ 10	20 $\pm$ 9	21 $\pm$ 10
	CPK (IU/L)			UA (mg/dl)			TP (mg/dl)			GLU (mg/dl)		
	Control	Before	After	Control	Before	After	Control	Before	After	Control	Before	After
調査1	136 $\pm$ 57	191 $\pm$ 127	268 $\pm$ 177 [★]	5.8 $\pm$ 1.4	5.7 $\pm$ 1.2	6.0 $\pm$ 1.2	7.4 $\pm$ 0.4	7.1 $\pm$ 0.4	7.2 $\pm$ 0.3	99 $\pm$ 15	96 $\pm$ 7	89 $\pm$ 10
調査2	121 $\pm$ 44	185 $\pm$ 152	288 $\pm$ 195	5.3 $\pm$ 1.4	5.9 $\pm$ 1.4 [※]	6.2 $\pm$ 1.5	7.7 $\pm$ 0.3	7.4 $\pm$ 0.3	7.7 $\pm$ 0.3	96 $\pm$ 7	91 $\pm$ 8	96 $\pm$ 14
	T-GHO (mg/dl)			TG (mg/dl)								
	Control	Before	After	Control	Before	After						
調査1	185 $\pm$ 30	161 $\pm$ 30	165 $\pm$ 24	118 $\pm$ 72	77 $\pm$ 42	84 $\pm$ 36						
調査2	180 $\pm$ 31	175 $\pm$ 31	180 $\pm$ 31	115 $\pm$ 63	107 $\pm$ 64	108 $\pm$ 62						

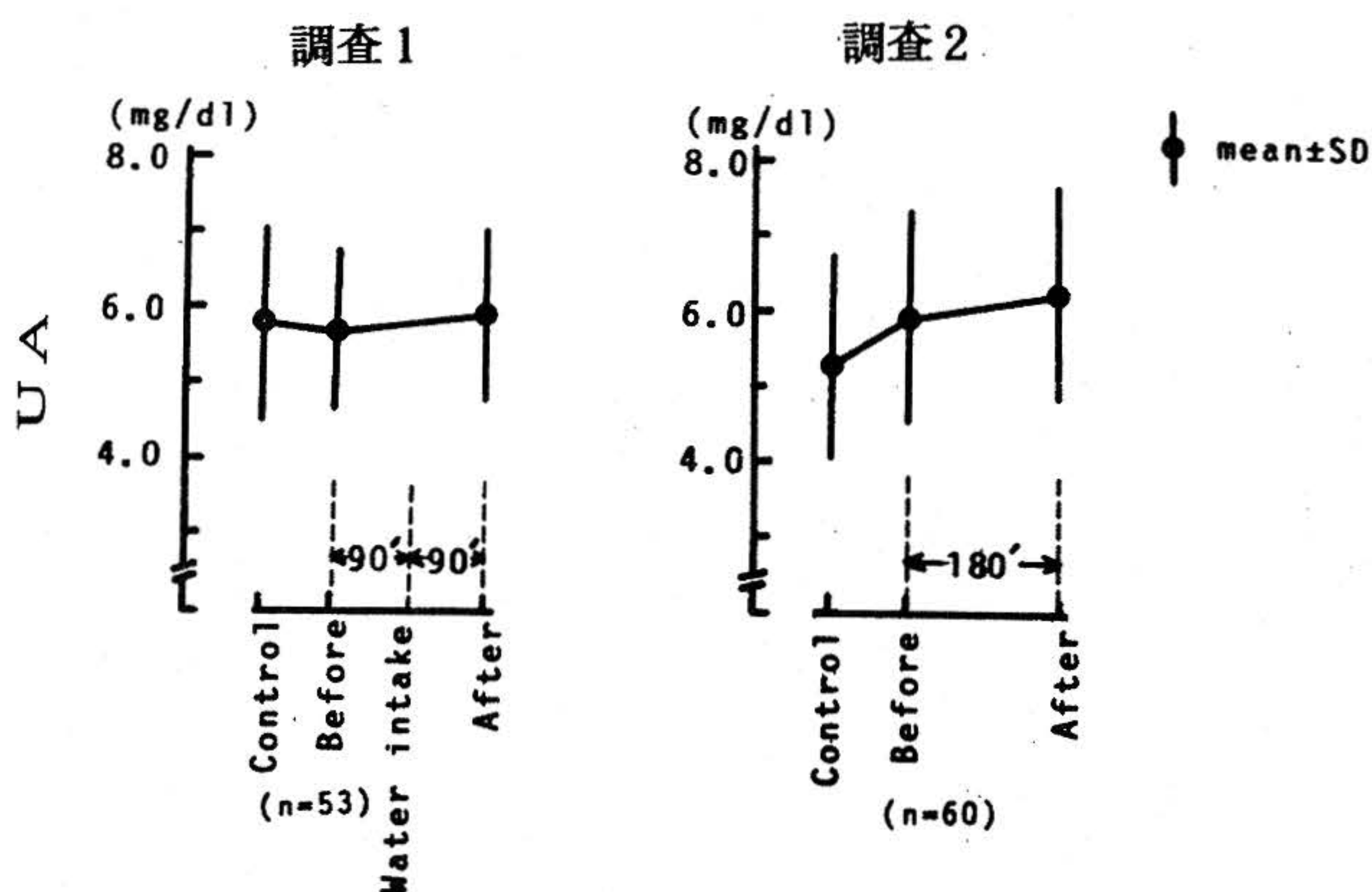


図2 潜水の途中で飲料摂取をさせた場合（調査1）とさせない場合（調査2）での潜水後のUAの変化
Fig. 2 Change in blood uric acid (UA) after dives with and without liquid intake during dives.
All values are means $\pm$ SD (n=53 and n=60).

調査 1

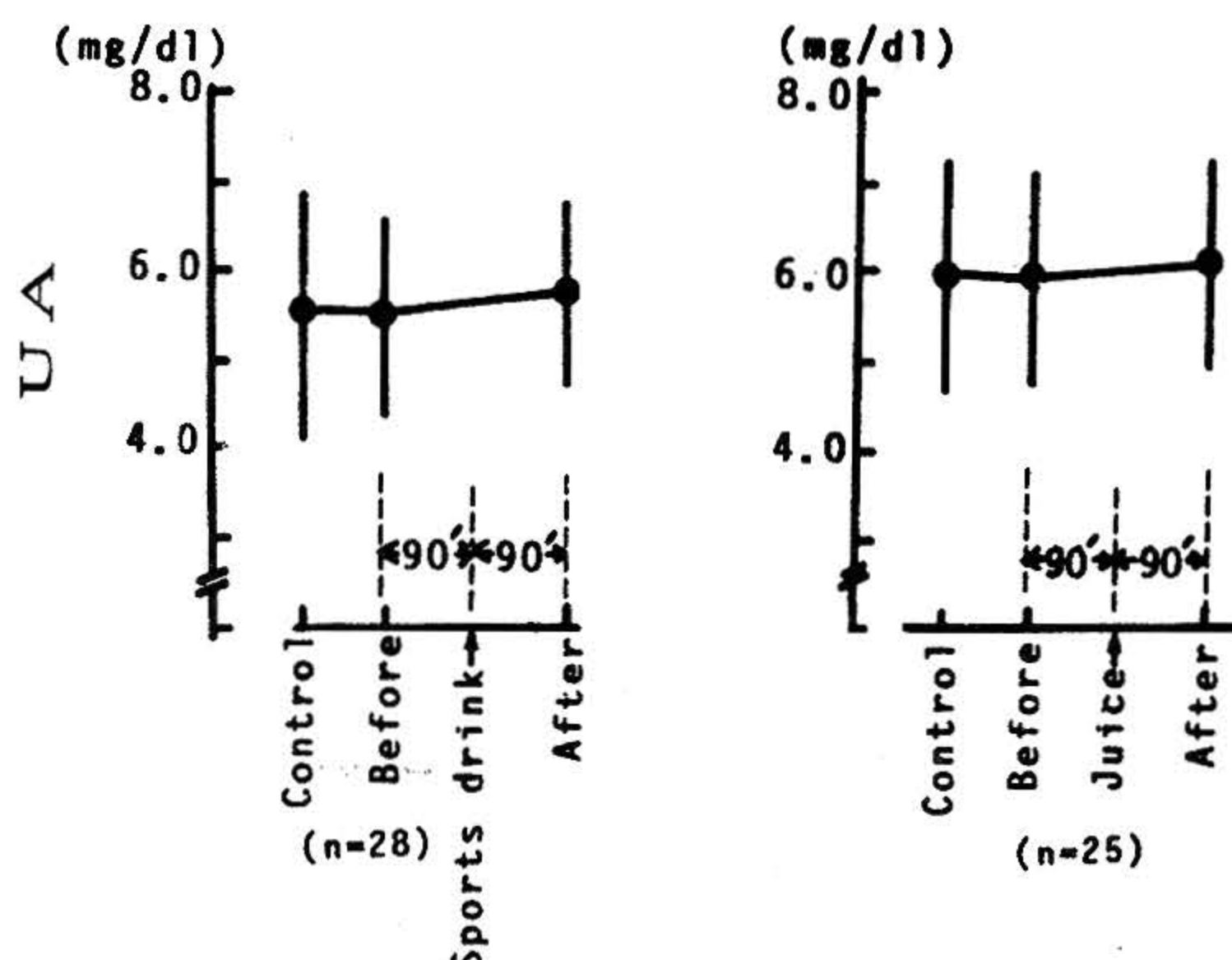


図3 潜水の途中で250mlのスポーツ飲料または50%果汁飲料 (juice) を摂取させた場合の潜水後のUAの変化

Fig. 3 Change in blood uric acid (UA) after dives with sports drink or juice of 250ml consumed during dives. All values are means $\pm$ SD (n=28 and n=25).

た場合や合宿訓練の初期の頃にしばしば観察される運動性貧血¹⁰⁾⁻¹³⁾であると推測された。この貧血は運動強度や運動期間中のカロリー摂取量と極めて関係あることが知られている。Shirakiら¹²⁾は運動性貧血と蛋白摂取量との関連に着目し、高蛋白、標準蛋白及び低蛋白摂取群の被験者に対し、各自の基礎代謝率の8倍に設定した自転車エルゴメーターによる運動負荷を、毎日2時間づつ継続して行わせた。その結果、経日変化において、低蛋白摂取群が他の2群に比べ、赤血球数の現象や赤血球の浸透圧脆弱性が増加したのを確認した。これは運動性貧血の発現機序に蛋白摂取量が深く関与していることを示唆しており、浸透圧脆弱性の増加が血管内での溶血を促進するためであると考えられている。また、運動性貧血の発現機序に関するその他の要因については、運動時に分泌されるアドレナリンが脾臓を収縮し、そこから溶血物質が放出されるという化学的要因¹⁵⁾のほか、運動による血流速度の増大や筋収縮に伴う機械的刺激の増大などで血球が破壊するという物理的要因¹⁶⁾などがあると考えられている。

今回対象とした訓練以外でも、毎回常に数名の訓練生にこのような運動性貧血が観察されたが、

彼らにはほぼ共通した特徴があった。それはこの現象が潜水法のうち特にフィン（足ヒレ）の使い方が下手な者たちに高頻度で出現したことであった。すなわちフィンキックにより、より多くの負荷がかかった者にとっては上記の3つの要因がすべて関与していたと思われる。しかしながら、被験者の75%もの者に運動性貧血が確認された2度目の調査では、アンケート調査の結果から明らかなように、その発現機序に訓練中の栄養の枯渇、特に多くの報告¹⁰⁾⁻¹⁴⁾に記載されているごとく訓練期間中の動物性蛋白の摂取不足が深く関与していたと推察された。これに関しては、その後の訓練で食事量を増加し、かつ栄養のバランスを考慮した食事に改善したところ運動性貧血の出現率がおおむね元のレベルに復したことから推察できる。

一方潜水前後の変化ではほとんどの場合AfterでWBCの増加やLDH及びCPKの上昇がみられた。これらは陸上での各種の運動時に、運動強度が高まると増加または活性値が上昇する¹⁷⁾⁻²⁰⁾という事実とほぼ同様な現象であった。

今回、同時に実施したヘモグラムの結果からは、運動ストレスの際にみられる分葉核球の増加やリンパ球減少²¹⁾が、また、LDHアイソザイムの

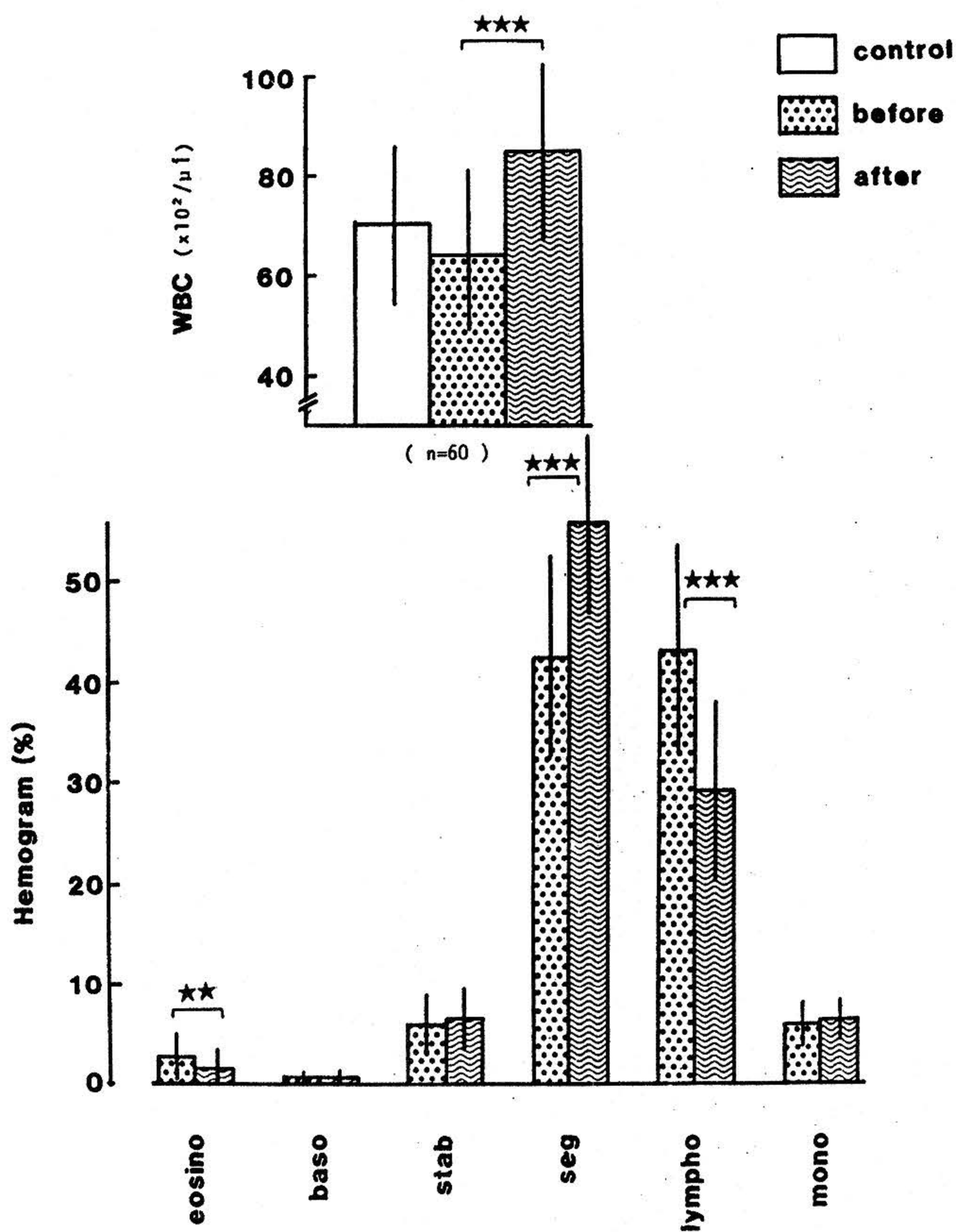


図4 調査2におけるWBCの経日及び潜水前後の変化とヘモグラムの潜水前後の変化

Fig. 4 Change in white blood cell (WBC) with the laspe of day and before and after dives, and hemogram before and after dives in investigation 2. All values are means $\pm$ SD (n=60). Significant difference (★★=P<0.01, ★★★=P<0.001) compared to before values.

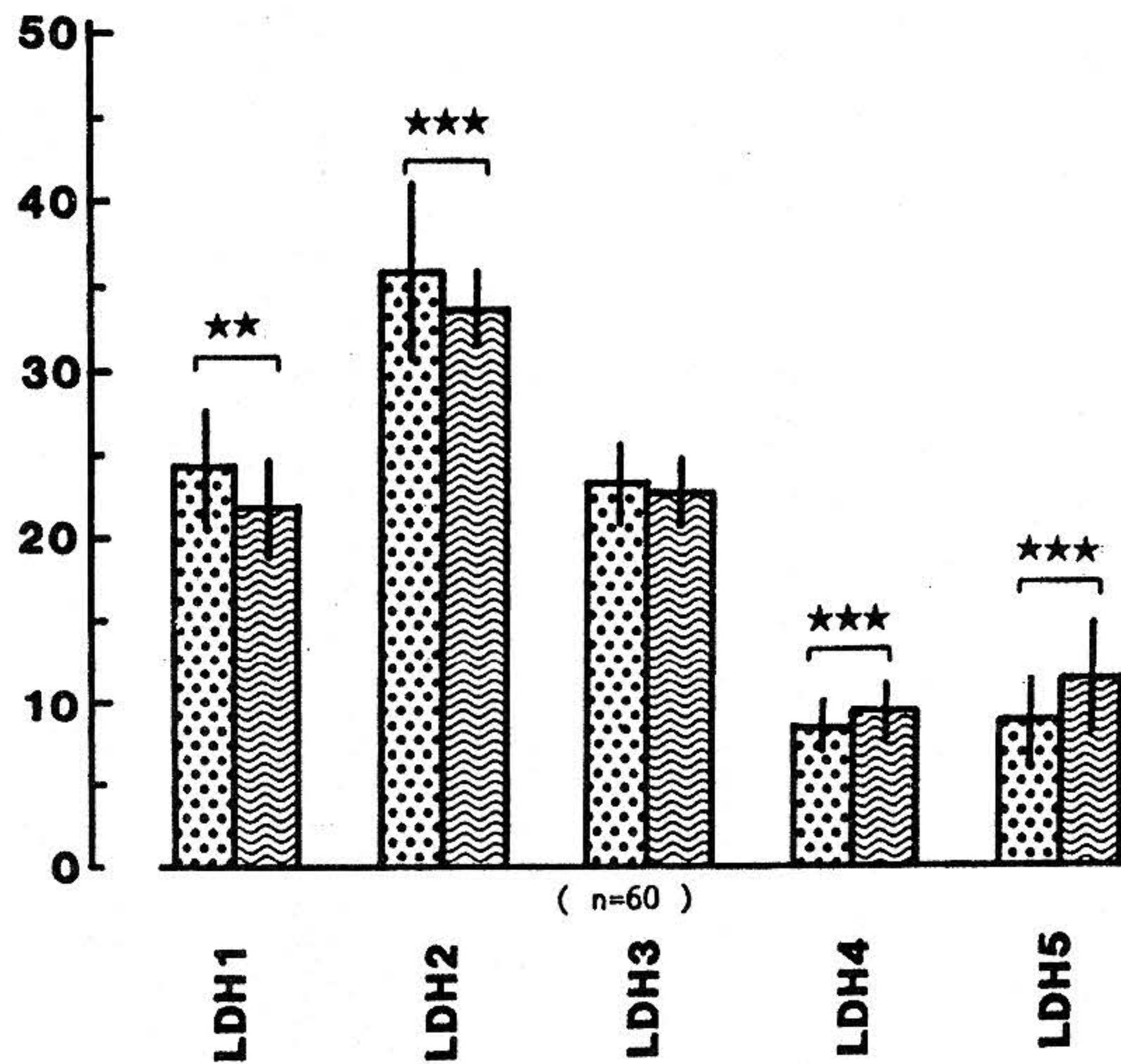
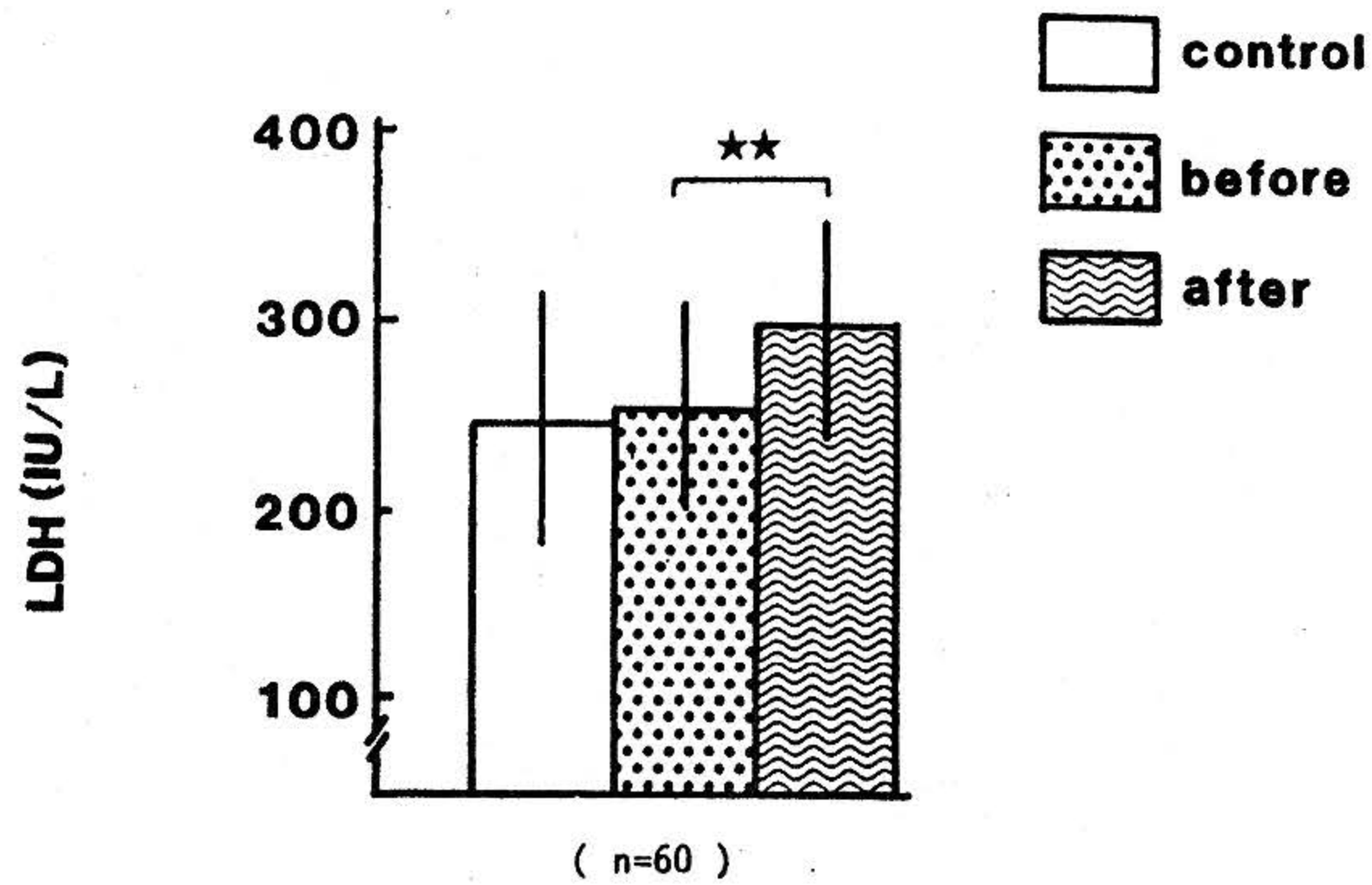


図5 調査2におけるLDH活性値の経日及び潜水前後の変化とLDHアイソザイムの潜水前後の変化
 Fig. 5 Change in lactate dehydrogenase (LDH) activity with the laspe of day and before and after dives, and LDH isozyme before and after dives in investigation 2. All values are means $\pm$ SD (n=60). Significant difference (**=P<0.01, ***=P<0.001) compared to before values.

結果からは骨格筋由来のLDH 4 及びLDH 5 の上昇^{18) 21)}が確認された。これらの結果は、本訓練ではフィンキックの運動負荷により、下肢の骨格筋に多大な負荷がかかっていたことを示唆している。そのほか、UAは両方の調査で潜水後に軽度増加し、また調査2の経日変化ではBeforeで有意に増加した($P<0.05$)。UAは核酸の代謝産物で痛風の原因物質であるが、病的要因以外にも各種の運動後にその血中レベルが増加することが知られている^{9) 23) 24)}。この現象は特に運動性高尿酸血症と呼ばれ、その発現機序は細胞の崩壊亢進により核酸塩基の遊離増加が起こり、それに伴う尿酸合成の亢進や腎血流量の減少に伴う尿酸排泄量の減少によると考えられている。

伊藤ら²³⁾は、運動性高尿酸血症は一過性であるが回復が非常に遅く、累積すると恒久的な高尿酸血症を引き起こすと報告している。それゆえ運動性高尿酸血症をその都度解消し、累積加算されないような手段を構ずる必要があることを強調している。そして彼らは、運動後にスポーツ飲料や5%の重曹水を摂取させることが、運動性高尿酸血症を解消させるのに有効であることも報告している。それは、これらの飲料摂取が尿のアルカリ化を促進し尿酸の尿中溶解を高め、尿中排泄量を増加せしめた結果であると報告している。そこで上記の報告を参考に、潜水訓練によって血中のUAレベルが上昇するのを予測して、それを防止する目的で、調査1では訓練の途中で強制的にスポーツ飲料や果汁飲料を摂取させた。しかし、摂取させなかった調査2の場合と同様に潜水後のUAは軽度の増加を示した。しかも、この増加の割合には、両飲料による差は認められなかった(図3)。

今回の調査に先がけて行った事前の調査では、500mlのスポーツ飲料または50%果汁飲料の摂取により、潜水後のUAレベルの低下を認めたが⁹⁾、今回は飲料の摂取量が半分であったため、その差が生じたと思えた。また調査1、2の間で潜水後のUAの変化がほぼ同様な結果を示したのは、その時の“聞き取り調査”の結果から、多くの被験者が潜水に不慣れなために、訓練中にプールの水を飲んでしまっていたことが判明した。従ってその影響が出たと思われた。そのほか調査2の

Before(表2)で、UAが有意な増加を示した原因については明らかではないが、伊藤ら²³⁾が指摘したごとく、産生されたUAの累積加算があったことを示す結果であると思えた。

いずれにせよ、潜水後にみられる血中尿酸値の増加は、陸上での運動後にみられる増加に比べて極めて少なく、潜水によって生じる利尿が尿酸の排泄に大きく貢献していると推測された⁹⁾。

潜水後にみられた血液成分の諸変化は、陸上の運動後にみられるそれらの変化と極めて類似しており、すべてが一過性の変化であることを認めた。特に訓練経過に伴う運動性貧血の出現や潜水後のLDH活性値などの上昇率は、フィンの使い方が下手な者ほど顕著となることも判明した。従って、これら生体にとって不利な現象を最小限に食い止めるためには、効率良い潜水法をより早くマスターすることや、この間の栄養補給を十分に行うことが必要であるとの知見を得た。

参考文献

- 1) Song S. H., W. K. Lee, Y. A. Chung and S. K. Hong : Mechanism of apneic bradycardia in man. *J. Appl. Physiol.*, **27**, 323-327. (1969)
- 2) Bergman Stuart A., John K. Jr., Campbell, and Kern Wildenthal : "Diving reflex" in man : its relation to isometric and dynamic exercise. *J. Appl. Physiol.*, **33** (1), 27-31. (1972)
- 3) Speck D. F. and D. S. Bruce : Effects of varying thermal and apneic conditions on the human diving reflex. *Undersea Biomed. Res.*, **5** (1), 9-14. (1978)
- 4) Sterba J. A. and C. E. G. Lundgren : Diving bradycardia and breath-holding time in man. *Undersea Biomed. Res.*, **12** (2), 139-150. (1985)
- 5) Sterba J. A. and C. E. G. Lundgren : Breath-hold duration in man and diving response induced by face immersion. *Undersea Biomed. Res.*, **15** (5), 361-375. (1988)
- 6) Epstein M. : Renal effects of head-out water immersion in man : implications for under-

- standing of volume homeostasis. *Physiol. Rev.*, **58**, 529–581. (1978)
- 7) Epstein M. : Water immersion and the kidney : implications for volume regulation. *Undersea Biomed. Res.*, **11** (2), 113–121. (1984)
 - 8) Lin Y. C. : Applied Physiology of diving. *Sports Medicine*, **5**, 41–56. (1988)
 - 9) 竹内久美・毛利元彦 : 潜水に起因する高尿酸血現象と貧血について, *日本高圧医誌*, **26** (4), 207–217. (1991)
 - 10) Yoshimura H. : Studies on anemia during physical training (in Japanese). *Jap. J. Phys. Fitness*, **8**, 167–168. (1959)
 - 11) Yamada T., K. Shiraki and H. Yoshimura : Studies on the mechanism causing the sports anemia (in Japanese). Annual Report of Japanese Malnutrition Panel Sponsored by Japan-US Cooperative Medical Science Program, 73–79, National Institute of Nutrition, Tokyo, (1976)
 - 12) Shiraki K., T. Yamada and H. Yoshimura : Relation of protein nutrition to the reduction of red blood cells induced by physical training. *Jap. J. Physiol.*, **27**, 413–421. (1977)
 - 13) Yoshimura H., T. Inoue, Y. Yamada and K. Shiraki : Anemia during hard physical training (sports anemia) and its causal mechanism with special reference to protein nutrition. *Wld. Rev. Nutr. Diet.*, **35**, 1–86. Basel, (1980)
 - 14) 山岡誠一, 吉岡利治, 木村みさか : “スポーツと栄養”. p 106–136. / 運動と栄養. 山岡誠一, 杏林書院, 東京, (1987)
 - 15) Shiraki K. : The role of splenectomy on sports anemia (in Japanese). *J. Physiol. Soc. Jap.*, **30**, 1–13. (1968)
 - 16) Broun G. O. : Blood destruction during exercise. I. Blood changes occurring in the course of a single day of exercise. *J. exp. Med.*, **36**, 481–500. (1922)
 - 17) 高島規郎・東 照正・渡辺 学・磯本昭夫・中馬一郎・鶴田宏次 : 運動時白血球数の変動 ; ホルモンとの関係. *日本体育学会第37回大会大会号B*, 675. (1986)
 - 18) 松田雅之・中村毅志夫・近藤明彦 : 長時間運動とLDH, CPK血清アイソザイム, *日本体育学会第34回大会大会号*, 287. (1983)
 - 19) 五味邦英・鶴澤龍一・安井辰夫 : クレアチンキナーゼ. *臨床病理*, 特**55**, 88–100. (1983)
 - 20) 井川幸雄 : 検査データからみた運動の功罪. *第20回日本医学会総会誌*, **2**, 1901–1905. (1979)
 - 21) 小野三嗣 : “運動と血液有形成分, 血液中の逸脱酵素と運動”. p119–130. / 運動の生理科学, 小野三嗣, 朝倉書店, 東京, (1978)
 - 22) 井川幸雄 : 運動と酵素 ; 運動は代謝にどのような影響を与えるか. *臨床栄養* **65**, (5), 515–517. (1984)
 - 23) 伊藤 朗・三上俊夫・丹 信介・後藤浩史・栗林 徹 : 運動性高尿酸現象に及ぼすスポーツ飲料の影響. No. V, スポーツ活動に即効的效果を期待する食品に関する研究, 昭和57年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, 29–42. (1982)
 - 24) 伊藤 朗, 三上俊夫, 丹 信介, 後藤浩史, 井川幸雄 : 各種運動時の血清尿酸値の動態. *尿酸*, **8** (1), 38–45. (1984)

(原稿受理 : 1992年 9 月24日)