

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix-Travail-Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

W/1/1/1/1  
2001  
BA



FACULTE DE MEDECINE ET DES SCIENCES BIOMEDICALES

( F. M. S. B )

*Année académique 2000-2001.*

**ETUDE DE LA FONCTION VENTRICULAIRE  
GAUCHE PAR ECHOCARDIOGRAPHIE AU  
REPOS ET A L'EFFORT CHEZ UN GROUPE  
DE HANDBALLEURS CAMEROUNAIS**

*Thèse*

Présentée et soutenue publiquement en Février 2001 en vue  
de l'obtention du grade de

*Docteur en médecine*

Par

**HAMADOU BA**

Superviseur

Pr. ATCHOU GUILLAUME

Directeur

Pr. KINGUE SAMUEL

01088

## SOMMAIRE

	Pages
Préliminaires.....	II
Liste du personnel administratif et enseignant.....	III
Serment d'Hippocrate.....	VII
Dédicaces.....	VIII
Remerciements.....	IX
Liste des abréviations.....	X
Liste des tableaux et figures.....	XII
Résumé.....	XIV
Summary.....	XVII
I. INTRODUCTION.....	1
II. BUT ET OBJECTIFS.....	4
III. REVUE DE LA LITTERATURE.....	6
IV. METHODOLOGIE.....	26
V. RESULTATS.....	35
VI. DISCUSSION.....	58
VII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	59
VIII. REFERENCES ET ANNEXES.....	70



**PRELIMINAIRES**

## LISTE DU PERSONNEL ADMINISTRATIF ET ENSEIGNANT DE LA F.M.S.B.

### *I. Personnel administratif*

Pr NDUMBE PETER Martins	Doyen
Pr BENGONO Gèneviève	Vice-doyen chargé de la programmation et du suivi des activités académiques
Pr ANGWAFO III	Vice-doyen chargé de la scolarité et du suivi des étudiants
Mr ZOAH Michel	Directeur des affaires administratives et financières
Pr ABENA OBAMA Thérèse	Vice-doyen chargé de la recherche et de la coopération
Pr DONGMO Louis	Chef de service des programmes
Mr ABESSOLO Dieudonné	Chef de service financier
Mr BOUMSONG Vincent	Chef de service de l'administration générale et du personnel
Mr AKOLATOU MENYE Augustin	Chef de service du matériel et de la maintenance
Mr NDJEMBA Pierre	Chef de service de la scolarité
Mme ANDONG Elisabeth	Responsable de la bibliothèque

### *II. Personnel enseignant*

#### **II a. PROFESSEURS**

1. ABONDO ANTOINE	Anatomie pathologique
2. EDZOA TITUS	Chirurgie générale
3. EIMO MALONGA ELISEE	Chirurgie générale
4. HAGBE PAUL	Médecine interne/Cardiologie
5. KAP'UE LAZARE	Hématologie
6. KOUEKE PAUL	Dermatologie/Vénérologie
7. LANTUM NONI DANIEL	Santé Publique
8. LEKE ROBERT	Gynécologie/Obstétrique
9. MAKANG MA MBOG DANIEL	Neuropsychiatrie
10. MBEDE JOSEPH	Pédiatrie
11. NDUMBE PETER MARTINS	Microbiologie/ Immunologie
12. NGU BLACKETT KATHLEEN	Médecine interne/Cardiologie
13. NGU LIFANJI JACOB	Médecine interne/Néphrologie
14. NJITAYAP NDAM ELIE CLAUDE	Médecine interne/gastro-entérologie
15. NKOULOU HUBERT	Pédiatrie
16. OBOUNOU AKONG DOMINIQUE	Anatomie Humaine
17. SAME EKOBO ALBERT	Parasitologie
18. SOSSO MAURICE	Chirurgie Générale
19. MUNA WALINJOM	Médecine interne/Cardiologie
20. ZOUNG-KANYI JIMMY	Chirurgie/Urologie

## II b. MAITRES DE CONFERENCE

1. ABENA OBAMA MARIE THERESE	Pédiatrie
2. ABOLO MBENTI LOUIS	Chirurgie Générale
3. ANGWAFO III	Chirurgie/Urologie
4. ASONGANYI TAZOACHA	Biochimie/Immunologie
5. ATCHOU GUILLAUME	Physiologie
6. BENJANGA BELTUS IVO	Chirurgie
7. BENGONO GENEVIEVE	O.R.L
8. BIWOLE SIDA MAGLOIRE	Médecine interne/Gastro-entérologie
9. DJOUMESSI SOSTHENE	Biochimie
10. DOH SAMA ANDERSON	Gynécologie/Obstétrique
11. DONGMO LOUIS	Anatomie/Neurologie
12. ESSOMBA ARTHUR	Chirurgie générale
13. ETAME EWANE	Sociologie Médicale
14. GONSU FOTSIN JOSEPH	Radiologie/Imagerie Médicale
15. JUIMO ALAIN GEORGES	Radiologie/Imagerie Médicale
16. KAGO INNOCENT	Pédiatrie
17. KAMDOM MOYO JOSEPH	Gynécologie/Obstétrique
18. KASIA JEAN MARIE	Gynécologie/Obstétrique
19. KOUAM LUC	Gynécologie/Obstétrique
20. KOULLA SINATA SHIRO	Microbiologie
21. KUABAN CHRISTOPHER	Médecine Interne/Pneumologie
22. LANDO GABRIEL	Immunologie/Biochimie
23. LEKE ROSE	Parasitologie/Immunologie
24. LOHOUE JULIENNE	Parasitologie/Mycologie
25. MBONDA ELIE	Pédiatrie
26. MOYOU SOMO ROGER	Parasitologie
27. NDOBO PIERRE	Médecine Interne/Cardiologie
28. NGOGANG JEANNE	Biochimie
29. NGUIMBOUS JEAN-FRANCOIS	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
30. NKAM MAURICE	Pharmaco thérapeutique
31. NKO'O AMVENE SAMUEL	Radiologie/Imagerie Médicale
32. ONDOBO ANDZE GERVAIS	Chirurgie Pédiatrique
33. OYONO ENGUELE SAMUEL	Physiologie
34. SIMO MOYO JUSTIN	Anesthésie Réanimation
35. SOW MAMADOU	Chirurgie/Urologie
36. TCHOKOTEU PIERRE FERNAND	Pédiatrie
37. TETANYE EKOE	Pédiatrie
38. TSALA MBALA PIERRE	Physiologie Humaine

## II c. CHARGES DE COURS

1. AFANE ELA ANATOLE	Anesthésie/Réanimation
2. AFANE ZE EMMANUEL	Médecine interne/Pneumologie
3. AMANA JEAN PAUL	Radiologie et Imagerie médicale
4. BEFIDI MENGUE ROSA	Parasitologie
5. BELLA HIAG ASSUMPTA	Ophtalmologie

6. BEYIHA GERARD	Anesthésie/Réanimation
7. BINAM FIDELE	Anesthésie/Réanimation
8. BIOUELE MEVA'A JEAN MOISE	Anesthésie/Réanimation
9. BOB OYONO JEAN MARIE	Anatomie/Chirurgie pédiatrique
10. DIN DZIETHEM REBECCA	Médecine interne/Cardiologie
11. DOUMBE PIERRE	Pédiatrie
12. EBANA MVOGO	Ophthalmologie
13. ESSAME OYONO JEAN-LOUIS	Anatomie pathologie
14. FOMULU NELSON JOSEPH	Gynécologie/Obstétrique
15. FOU DA ONANA ALEXANDRE	G.R.L
16. KINGUE SAMUEL	Médecine interne/Cardiologie
17. KOUDA ZEH ALEXANDRE	Médecine interne/Gastro-entérologie
18. LOLO BERTHE	Psychiatrie
19. MASSO MISSE PIERRE	Chirurgie générale
20. MBAKOB GABRIEL	Physiologie
21. MBANYA DORA	Hématologie
22. MBANYA JEAN CLAUDE	Médecine interne/endocrinologie
23. MELAMAN SEGO Frederic	Physiologie
24. MELI JEAN	Santé Publique
25. MOAMPEA MDIO MARIE C.	Anatomie pathologique
26. MONFENIMP FRANCISCA	Pédiatrie
27. MONNY LOBE MARCEL	Hématologie
28. MOUELE SONE	Radiothérapie
29. MOUKOURY ERNEST	Ophthalmologie
30. MOUSSALA MICHEL	Ophthalmologie
31. NDOM PAUL	Oncologie
32. NDJOLO ALEXIS	O.R.L
33. NGASSA CHANCIU PIUS	Gynécologie/Obstétrique
34. NGOWE NGOWE Marcellin	Chirurgie générale
35. NJOYA OUDOU	Médecine interne/gastro-entérologie
36. NOUEDOUI CHRISTOPHE	Médecine interne/Endocrinologie
37. NSANGOU INOUSSA	Pédiatrie
38. ONDOUA MEKONGO Martin	Pédiatrie
39. ONGOLO ZOGO PIERE	Radiologie/Imagerie Médicale
40. SENDE CHARLOTTE	Imagerie Médicale
41. TAGNY ZUKAM DAVID	Radiologie/Imagerie Médical
42. TAKONGMO SAMUEL	Chirurgie Générale
43. TAKOR TAKOR THOMAS	Histologie/Embryologie
44. TAPKO JEAN BAPTISTE	Hématologie
45. TEYANG ABEL	Chirurgie Thoracique et cardio-vasculaire
46. TIECHE FELIX	Pédiatrie
47. WAMBA TEMGOUA Maurice	Gynécologie/Obstétrique
48. WANKAH CHRISTIAN	Santé Publique
49. YOMI JEAN	Radiologie/Radiothérapie
50. TAKOUGANG INNOCENT	Santé Publique

## II d. ASSISTANTS

1. ADIOGO DIEUDONNE	Microbiologie
2. ASHU TANTANG Gloria	Néphrologie
3. ASONGALEM EMMANUEL	Pharmacologie
4. BAHEBECK JEAN	Chirurgie orthopédique
5. BELLEY PRISO EUGENE	Gynécologie/Obstétrique
6. BENGONDO CHARLES	Stomatologie
7. BISSECK ANNE CECILE	Dermatologie/Vénérologie
8. BIYIHA DIEUDONNE	Anesthésie/Réanimation
9. DONG A ZOCK FAUSTIN	Biophysique /Médecine nucléaire
10. ELLONG AUGUSTIN	Ophthalmologie
11. ELOUNDOU NGAH JOSEPH	Neurochirurgie
12. ESSIENE AGNES	Anesthésie/Réanimation
13. ETOM EMPIME	Neurochirurgie
14. ETOUNDI MBALLA GEORGES	Médecine Interne/Pneumologie
15. FARIKOU IBRAHIMA	Chirurgie orthopédique
16. FEUWOU AMADOU	Anatomie/Pathologie
17. FOU DA PIERRE	Chirurgie/Urologie
18. KOLO BASILE	Santé Publique
19. LUMA HENRY	Maladies infectieuses
20. MBOLO MARIE	Pédiatrie
21. MBU ENOW ROBINSON	Gynécologie/Obstétrique
22. MBUAGBAW JOSEPHINE	Médecine Interne
23. NANA PHILIP NJOTANG	Gynécologie/Obstétrique
24. NJAMSHI KONGNYUY ALFRED	Neurologie
25. NTONE ENYIME FELICIEN	Psychiatrie
26. NYAMBI PHILIPPE	Maladies infectieuses
27. OKOMO ASSOUMOU MARIE C.	Bactériologie/Virologie
28. GMOLOKO CECILE	Gastro-entérologie/Nutrition
29. OWONO DIDIER	Ophthalmologie
30. PISOH CHRISTOPHER	Chirurgie
31. SINGWE MADELEINE	Rhumatologie
32. TABI OMGBA YVES	Pharmacologie
33. TEDONG FIDELE	O.R.L/Cancérologie
34. ZE MINKANDE JACQUELINE	Anesthésie/Réanimation

## II e. CYCLE D'ETUDE SUPERIEURES EN SOINS INFIRMIERS (CESSI)

1. Pr MBONDA ELIE	Coordinateur du CESSI
2. CHUNGONG AYAFOR JUSTINE	(M.Sc) Coordonnateur CESSI II
3. KAMTA CHARLES	(TSSI) Coordonnateur CESSI I
4. KONGHI KONGHI	(TSSI, M.Sc)
5. NGOUANA ELIE	(TSSI, M.Sc)
6. NTSAMA LYDIE	(TSSI)
7. TAKOU	(TSSI)

## **SERMENT D'HIPPOCRATE**

**(Déclaration de Genève)**

Au moment de l'admission comme membre de la profession médicale,  
je m'engage solennellement à consacrer toute ma vie au service de l'humanité.

Je réserverai à mes maîtres le respect et la gratitude qui leur sont dus.

J'exercerai consciencieusement et avec dignité ma profession.

La santé du malade sera ma première préoccupation.

Je garderai les secrets qui me seront confiés.

Je sauvegarderai par tous les moyens possibles l'honneur de la noble tradition de  
la profession médicale.

Je ne permettrai pas que des considérations d'ordre religieux, national, racial,  
politique ou social aillent à l'encontre de mon devoir vis-à-vis du malade.

Mes collègues seront mes frères.

Je respecterai au plus haut degré la vie humaine et ceci dès la conception.

Même sous des menaces, je n'utiliserai point mes connaissances médicales  
contre les lois de l'humanité.

Je m'engage solennellement sur mon honneur et en toute liberté à garder  
scrupuleusement ces promesses.



## DEDICACES

Ce travail est dédié :

- A Allah Dieu tout puissant. Puisses-tu me donner la force, le courage pour accomplir la lourde mission que tu me confies.
- A mon père **ABDOULAYE BA**, à ma mère **ADA MARIAMA**. Votre encadrement, vos conseils, vos efforts et sacrifices n'auront pas été vains. Je continuerai à faire tout ce qui est possible pour être votre digne fils.
- A mon frère cadet **Ibrahim Bâ**, mes sœurs cadettes **Fadimatou Bâ**, **Aminta Bâ**, **Khadidjatou Bâ**, **Samira Bâ**. Vous m'avez toujours entouré d'un amour fraternel et d'une motivation psychologique favorable au travail.
- A mes cousins : **Sehou Ahmadou**, **Aïssatou Sambo**, **Idrissou Alioum**, **Issa Djafarou**. Vous m'avez motivé et encouragé dans les moments les plus difficiles.
- A mes amis **Fru Jude**, **Anshouo Charlotte**, **Awanga Emerence**, **Kwamo Façois**, **Bidong Charles**, **Faison Peter**. Vous étiez là quand j'avais besoin de vous.
- Aux familles **Guy TSALA**, **Mvé NDONGO**, **Yousoufa GONI**. Au terme de toutes ces années d'études, votre sympathie et votre soutien ont été déterminants.

## REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent :

- A tout le corps enseignant et administratif de la faculté de la médecine et des sciences biomédicales dont je suis le produit.

- Au **PROFESSEUR ATCHOÛ GUILLAUME** :

Vous m'avez fait l'honneur de superviser cette thèse. Vous avez fait tout ce qui était de votre possible pour l'aboutissement de ce travail. Au-delà de votre devoir d'enseignant vous avez été un parent pour moi. Que dieu vous protège afin qu'un jour vous puissiez vous reconnaître en votre enfant.

- Au **PROFESSEUR KINGUE SAMUEL** :

Vous avez accepté de diriger ce projet de recherche malgré vos multiples occupations. Il faut vous côtoyer pour connaître le sérieux, la rigueur avec lesquels vous travaillez. Que Dieu vous garde pour que vous puissiez transmettre votre manière de faire à d'autres générations.

- A toute ma promotion, plus particulièrement à **Dembé Claude, Epée Mathias, Eloundou Gregory, Essiben Felix, Hassan Bachir, Mireille Mpoudi, Nseme Eric**. Vous avez été plus que de simples camarades durant ces sept années. On s'est soudé les coudes, remonté le moral pendant les moments difficiles. J'aimerais sincèrement que cette amitié puisse continuer à nous unir pour le restant de notre vie.

- A **Fanné Mahamat, Maïrama Kalkaba, Nafissatou Abdoulaye**, de l'espoir médical du septentrion. Vous m'avez encouragé, soutenu moralement parfois matériellement pour que j'aie jusqu'au bout. Vous avez réussi.

- Au **Capitaine Damo**, aux athlètes de FAP Handball club, aux sédentaires. Vous avez tous bien voulu faire partie de notre projet de recherche.

- A tous ceux qui de près ou de loin ont posé une pierre aussi petite soit-elle dans la construction de cet édifice.

## LISTE DES ABREVIATIONS

A :	onde A.
AO :	diamètre de la racine de l'aorte.
b/min. :	battements par minute.
Cm :	centimètre.
DD :	diamètre télédiastolique moyen du ventricule gauche.
DS :	diamètre télésystolique moyen du ventricule gauche.
E :	onde E.
EPM :	épaisseur pariétale moyenne.
E.T :	écart-type.
FC :	fréquence cardiaque au repos.
FCE :	fréquence cardiaque à l'effort.
FE :	fraction d'éjection au repos.
FE <sub>2</sub> :	fraction d'éjection à l'effort.
FMT :	fréquence maximale théorique.
FR :	fraction de raccourcissement.
FR <sub>2</sub> :	fraction de raccourcissement à l'effort.
IMC :	indice de masse corporelle.
INJS :	Institut National de la Jeunesse et des Sports.
kg :	kilogramme.
M :	moyenne.
min :	minute.
mm :	millimètre.
mmHg :	millimètre de mercure.
MVG :	masse ventriculaire gauche.
n :	normale.
N :	nombre de sujets.

OG :	diamètre de l'oreillette gauche en télédiastole.
PAD :	pression artérielle diastolique.
PAS :	pression artérielle systolique.
PPD :	épaisseur de la paroi postérieure en télédiastole.
PVGD :	pression du ventricule gauche en diastole.
Qc :	débit cardiaque.
s :	seconde.
Sc :	surface cutanée.
SIV :	septum interventriculaire.
SIVD :	épaisseur du septum interventriculaire en télédiastole.
SPMD :	stress pariétal méridional diastolique.
SPMS :	stress pariétal méridional systolique.
TM :	time motion.
TPD :	tension pariétale diastolique.
TPS :	tension pariétale systolique.

## **LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES**

- Tableau I : Profil échocardiographique des sportifs d'endurance et de résistance selon la littérature.
- Tableau II : Caractéristiques anthropométriques et physiologiques des athlètes comparées à celles des sujets témoins.
- Tableau III : Caractéristiques échocardiographiques des athlètes comparées aux témoins.
- Tableau IV : Caractéristiques hémodynamiques des athlètes comparées à celles des témoins.
- Tableau V : Indices de la fonction systolique du ventricule gauche des athlètes comparées à ceux des sujets témoins.
- Tableau VI : Etude de la contrainte pariétale du ventricule gauche des athlètes comparées aux témoins.
- 
- Figure 1. Comparaison des diamètres mesurés au niveau du cœur gauche.
- Figure 2. Comparaison des moyennes des dimensions de la paroi du ventricule gauche au repos.
- Figure 3. Comparaison de la moyenne de la masse ventriculaire gauche indexée au repos.
- Figure 4. Comparaison des moyennes de la vitesse du flux aortique, de la vitesse de l'onde E, du flux mitral protodiastolique et de la vitesse du flux mitral télédiastolique au Doppler pulsé.
- Figure 5. Comparaison de la pression artérielle systolique au repos et l'effort.
- Figure 6. Comparaison des moyennes et écart-types de la PAS au repos et à l'effort.
- Figure 7. Comparaison de la pression artérielle diastolique au repos et à l'effort.

- Figure 8. Comparaison des moyennes et écart-types de la PAD au repos et à l'effort.
- Figure 9. Comparaison de la fréquence cardiaque au repos et à l'effort.
- Figure 10. Comparaison des moyennes et écart-types de la fréquence cardiaque au repos et à l'effort.
- Figure 11. Comparaison des moyennes de pourcentage de la fraction maximale théorique atteinte.
- Figure 12. Comparaison de la moyenne du débit cardiaque à la fin de l'effort.
- Figure 13. Comparaison des moyennes de la fraction de raccourcissement au repos et à la fin de l'effort.
- Figure 14. Comparaison de la fraction d'éjection au repos et à la fin de l'effort.
- Figure 15. Comparaison des moyennes du stress pariétal méridional à la fin de l'effort.
- Figure 16. Comparaison des moyennes de la tension pariétale à la fin de l'effort.

## RESUME

Le handball est l'une des disciplines sportives dont la popularité est établie et qui nécessite un entraînement physique intense et multiforme. Pourtant, il existe très peu d'études échographiques consacrées aux modifications cardiaques qu'il peut induire. La technique de l'échographie a l'avantage d'établir les variations hémodynamiques, de quantifier le travail effectué par le cœur et d'évaluer les modifications adaptatives du ventricule gauche à l'effort et à la récupération.

A notre connaissance, aucune étude n'a été faite au Cameroun sur les modifications cardiaques induites par la pratique du handball à travers la technique d'échocardiographie d'effort. Le but de cette étude est d'apporter notre contribution à la vulgarisation de l'échographie d'effort comme outil d'évaluation de la santé et de la performance cardiaque du sportif dans notre milieu.

Nous avons étudié les caractéristiques morphologiques et fonctionnelles du ventricule gauche de 16 handballeurs de haut niveau et de 16 sujets sédentaires sains appariés par âge, poids et taille ; tous de sexe masculin.

Après avoir obtenu son consentement, chaque sujet a subi un examen clinique et une échographie cardiaque couplée au Döppler, au repos puis à la fin d'un effort sur bicyclette ergométrique. La durée et la charge de l'effort étaient de 100W x 10 min.

Au terme de notre étude les résultats montrent que l'âge varie de 21 à 32 ans (moyenne :  $25 \pm 3$  ans) et le poids de 61 à 101 kg (moyenne  $77 \pm 11$  kg).

Les moyennes des paramètres suivants ont été observées au repos :

La pression artérielle, bien que normale, est légèrement supérieure chez les athlètes. La fréquence cardiaque est plus élevée chez les témoins mais la différence n'est pas statistiquement significative.

Cependant la tension pariétale systolique et diastolique est élevée de manière significative chez les athlètes par rapport aux sujets sédentaires.

De cette étude il ressort que le handball induit une hypertrophie pariétale avec des paramètres fonctionnels normaux sans dilatation cavitaire. Les handballeurs de haute compétition ont un débit cardiaque élevé à l'effort par rapport aux valeurs observées chez les sujets sédentaires. Ceci est la traduction d'une meilleure performance cardiaque. L'échocardiographie d'effort s'avère ainsi être une technique intéressante pour l'évaluation de la fonction ventriculaire gauche à l'effort chez le handballeur. Nous préconisons que cet outil soit recommandé pour le suivi médical des sportifs en général.



## SUMMARY

Handball is a popular sporting discipline, which requires intensive and well-coordinated training. However, there are very few echographic studies carried out on the cardiac modifications that this sport induces. Ultrasonographic techniques have the advantage of detecting the arterial pressure variation, quantifying the work done by the heart and of evaluating the left ventricular modifications during and after effort.

To the best of our knowledge, no other study has been carried out in Cameroon on cardiac modifications induced by handball using echographic techniques during effort. The aim of this study was to make our contribution to the use of exercise ultrasonography as a method of evaluation of health and cardiac performance of sports men in our context.

We studied left ventricular morphological and functional characteristics in 16 professional handballers and 16 age, weight and height-matched healthy sedentary males.

After informed consent, every individual underwent a clinical exam and a cardiac Doppler ultrasound, first at rest, then after effort using a bicycle ergometer. Exertion using a 100w load lasted 10min.

At the end of our study, the results showed that age varied between 12 and 32 years (mean:  $25 \pm 3$  years) and body weight varied between 61 and 101 kilograms (mean:  $77 \pm 11$ kg).

The mean values of the following parameters were obtained at rest: The arterial blood pressure, despite being normal, was slightly higher in athletes. Moreover, the dimension of the aortic ( $p=0.62$ ), the left ventricular end diastolic diameter ( $p=0.62$ ), and the left ventricular end systolic diameter ( $p=0.22$ ) did not have any difference between athletes and controls.

On the other hand, the left atrial diameter was  $39.25 \pm 4.65$ mm in the athletes compared to  $36.12 \pm 3.32$ mm in healthy controls; the diastolic posterior wall thickness was  $9.18 \pm 1.22$ mm and  $8.12 \pm 1.31$ mm respectively. The mean wall thickness was  $10 \pm 1.22$ mm and  $8.33 \pm 0.76$  mm respectively; and the left ventricular indexed mass was  $133.08 \pm 26.68$ g/m<sup>2</sup> compared to  $97.17 \pm 7.73$  g/m<sup>2</sup>. All these parameters were significantly higher in athletes than controls. The systolic shortening fraction and ejection fraction were lower in athletes than in controls.

The aortic flow velocity ,the earlydiastolic mitral flow rate, the end diastolic mitral flow rate were not significantly different in the two groups. The ratio of E on A was super imposable in the two groups.

The mean values of the following parameters were obtained on effort: The arterial blood pressure was increased in athletes .This was particularly significant for diastolic blood pressure. Although the heart rate and the theoretical minimal fraction obtained in percentage were significantly higher in controls.

We noticed a significantly high cardiac rate and cardiac index in athletes .

The systolic function indices were better in athletes . But these differences were statistically not significant.

The systolic and diastolic wall stress were comparable in the two groups.

Notwithstanding, the systolic and diastolic wall tension were significantly increased in athletes than in controls.

In this study, it seems obvious that handball may induce cardiac wall hypertrophy with normal functional parameters and without dilatation of cavities. Professional handballers have a higher cardiac rate during effort than that observed in healthy sedentary controls due to better cardiac performance. Exercise ultrasound thus stands out as a useful technique in evaluating the left ventricular function during effort. We suggest that this technique be recommended for the medical follow up of sportsmen in general.



**INTRODUCTION**

## I-INTRODUCTION

Les sportifs de haut niveau sont adulés et admirés grâce à leurs performances. A la quête de nouveaux exploits moyennant un entraînement souvent éprouvant, l'organisme du sportif se modifie et procède à des adaptations en fonction du type, de l'intensité et de la durée de l'effort auquel il est soumis.

Dans les activités d'endurance, le sportif poursuit le plus longtemps possible un effort d'intensité modérée, en parfaite aisance cardio-respiratoire. Pour les sports de résistance, l'athlète poursuit le plus longtemps possible un effort d'intensité maximale ou proche du maximum, à la limite des capacités fonctionnelles cardiaques et respiratoires<sup>1</sup>.

Le système cardio-vasculaire est particulièrement sollicité quel que soit le type d'exercice physique. Avec un entraînement intense et prolongé, les cavités cardiaques subissent des modifications dans le sens d'une hypertrophie et/ou dilatation. Par ailleurs on observe chez le sportif une bradycardie de repos qui s'explique par l'hypertonie vagale et l'hypotonie sympathique<sup>2</sup>.

Les sportifs font l'objet d'études qui permettent d'orienter et de standardiser les entraînements dans le but d'optimiser leur rendement. En effet, les variations hémodynamiques<sup>3,4,5</sup>, les modifications imposées à la circulation et à la capacité aérobie<sup>6</sup>, la distribution des volumes sanguins au cours des efforts statiques ou dynamiques réalisés en compétition<sup>7,8,9</sup>, le rôle du lactate<sup>10</sup> sont des phénomènes bien décrits par des auteurs qui s'intéressent à la médecine du sport.

Il existe plusieurs moyens d'étude de la fonction cardiaque. On peut citer entre autres moyens indirects, les tests décrits par Ruffier-Dickson ou Martinet. Ces tests permettent d'établir une corrélation entre l'activité du cœur et la puissance de l'exercice grâce à la mesure de la fréquence cardiaque ou de la pression artérielle. Parmi les moyens directs, on dispose de l'échocardiographie qui détermine l'état morphofonctionnel du cœur. C'est une méthode d'exploration qui met à profit la réflexion (écho) des ultrasons sur les structures internes des organes<sup>11</sup>.

Plusieurs auteurs ont montré son intérêt dans l'appréciation de l'hypertrophie ventriculaire et la dilatation des cavités cardiaques chez le sportif<sup>1,3,6,8</sup>.

Le Döppler quant à lui apporte des informations sur l'écoulement sanguin.

L'échocardiographie combinée à l'épreuve d'effort en laboratoire permet d'établir les variations de la pression artérielle, de quantifier le travail effectué par le cœur et d'évaluer les variations des dimensions du ventricule gauche au cours de l'exercice et pendant la récupération<sup>12</sup>. C'est un examen qui a l'avantage d'être non invasif, fiable, reproductible mais dont le coût demeure malheureusement encore prohibitif dans nos conditions socio-économiques.

Au Cameroun très peu de travaux ont été réalisés dans le domaine de la médecine du sport. On peut cependant rappeler les études suivantes :

OUASSOUO P.<sup>13</sup> qui a montré les caractéristiques physiques des footballeurs en fonction de leur poste sur le terrain, alors que AZABDJI K.<sup>14</sup> a décrit différents morphotypes chez les athlètes, ainsi qu'une variation significative des degrés d'excès pondéral.

Dans le domaine échocardiographique, NDE J.<sup>15</sup> a mis en évidence l'hypertrophie pariétale et la dilatation des cavités chez un groupe de judokas au repos.

Aucune étude, à notre connaissance, n'a été faite à partir de l'échocardiographie d'effort chez le sportif camerounais en général et le handballeur en particulier. Ce sport collectif d'origine germanique est arrivé au Cameroun vers 1950 sous l'impulsion des Missionnaires français. A ce jour, le handball est l'un des sports le plus pratiqué dans notre pays. De nombreux trophées ont été gagnés au niveau international<sup>16</sup>. C'est une discipline sportive à haut niveau de sollicitation cardiovasculaire<sup>17</sup> dont l'entraînement requiert non seulement de l'endurance, de la résistance mais aussi de la vitesse<sup>18</sup>.

Nous nous proposons dans cette étude d'établir le profil échocardiographique de repos et d'effort d'un groupe de handballeurs camerounais.



**BUT ET OBJECTIFS**

## **II-BUT ET OBJECTIFS**

### **1. BUT**

Le but de ce travail est d'étudier la fonction ventriculaire gauche par échocardiographie au repos et à l'effort chez un groupe de handballeurs camerounais.

### **2. OBJECTIFS**

Pour atteindre ce but nous nous fixons les objectifs suivants :

#### *Au repos.*

- 2.1. Etudier les paramètres hémodynamiques.
- 2.2. Mesurer les dimensions de l'aorte, des cavités, de l'épaisseur pariétale et la masse ventriculaire gauche.
- 2.3. Apprécier la fonction systolique et diastolique.

#### *A l'effort*

- 2.4. Etudier les paramètres hémodynamiques.
- 2.5. Apprécier la fonction systolique.
- 2.6. Etudier la contrainte pariétale.
- 2.7. Les données recueillies au repos et à l'effort seront comparées à celles mesurées chez des sujets témoins réputés sédentaires.



**REVUE DE LA LITTERATURE**



### III-REVUE DE LA LITTÉRATURE

Sujet ayant fait l'objet de nombreuses études dans le monde il nous apparaît nécessaire de faire une revue de la littérature sur le concept de « cœur de sportif »

#### I. Le cœur

Organe à l'origine de la circulation sanguine, le cœur est un muscle creux à quatre cavités dont la connaissance de l'histologie, l'anatomie et le fonctionnement nous serait importante dans le contexte de notre étude.

##### a) *Rappel embryologique*<sup>19</sup>.

Le cœur et les vaisseaux dérivent du mésoblaste. A partir de la 3<sup>e</sup> semaine de vie chez l'embryon apparaît l'ébauche du cœur. Les premiers flots vasculo-sanguins primitifs apparaissent au 19<sup>e</sup> jour de vie intra-utérine sous forme d'amas cellulaires irréguliers dans la région céphalique de l'embryon. Ces amas confluent et se creusent pour former les tubes endocardiques droit et gauche. Ceux-ci fusionnent et forment le tube cardiaque primitif impair et médian. A partir de ce dernier se forment le péricarde, le myocarde, l'endocarde entre le 19<sup>e</sup> et 23<sup>e</sup> jour. C'est alors qu'apparaissent les premières contractions cardiaques. Du 23<sup>e</sup> au 40<sup>e</sup> jour une série de torsions, translations et cloisonnements aboutit à la formation de quatre cavités distinctes et à la disposition définitive des gros vaisseaux de la base.

##### b) *Rappel histologique*<sup>20</sup>

La structure des parois du cœur est schématiquement analogue à celle des artères avec 3 tuniques : l'endocarde (couche la plus interne), le myocarde, l'épicarde (couche la plus externe) correspondant respectivement à l'intima, la media, l'adventice artérielle.

L'endocarde tapisse les cavités cardiaques et comporte un endothélium qui repose sur une couche conjonctive renfermant des cellules adipeuses, des fibres nerveuses et des cellules cardionectrices.

Cette couche accompagne les mouvements du myocarde sans endommager l'endothélium. Le tissu conjonctif sous endothelial est en continuité avec le perimysium du muscle cardiaque.

Le myocarde est fait de faisceaux de cellules musculaires cardiaques et cardionectrices. Un réseau de tissu conjonctif lâche contenant des fibres nerveuses, des lymphatiques et de très nombreux capillaires sanguins enserre les faisceaux de cellules musculaires.

L'épicarde tapisse l'extérieur du cœur et correspond au feuillet viscéral du péricarde. Il comporte un mesothelium reposant sur une couche conjonctive renfermant des cellules adipeuses ; les fibres nerveuses et les vaisseaux coronaires. Les cellules mesotheliales sécrètent en faible quantité du liquide séreux véritable lubrifiant qui facilite les mouvements de l'épicarde sur la face pariétale du péricarde.

Les valvules cardiaques quant à elles consistent en des feuillets de tissu conjonctif dont la surface est revêtue par une mince couche endothéliale en continuité avec celle des cavités cardiaques et des gros vaisseaux.

### *c) Rappel anatomique<sup>21</sup>*

Le cœur est situé dans la cavité thoracique plus précisément dans le médiastin. Les limites du cœur peuvent être projetées sur la paroi thoracique antérieure de la façon suivante : le bord droit s'étend de la 3e à la 6e articulation chondro-sternale à 2cm à droite du bord droit du sternum ; le bord gauche se place selon une ligne presque droite qui joint un point situé à 2cm à gauche de la 3e articulation chondro-sternale gauche à un point situé dans le 5e espace intercostal ,à 2 cm à l'intérieur de la ligne medio-claviculaire.

A cet endroit se place la pointe du cœur chez l'adulte. Ces limites varient même chez le sujet sain, et dépendent de l'âge, de l'attitude du corps, de la gravité. C'est un organe qui a la forme d'une pyramide triangulaire de consistance ferme et de couleur rougeâtre. Le poids moyen du cœur est de 270g chez l'homme et 260g chez la femme à l'âge adulte.

c.1. Configuration extérieure.

Le cœur est formé de 4 cavités : 2 oreillettes et 2 ventricules.

Les limites des oreillettes et des ventricules sont indiquées sur la surface externe du cœur par des sillons interventriculaires, interauriculaires et auriculo-ventriculaires. Le cœur présente 3 faces : une face antérieure, une face inférieure, une face latérale. La base du cœur est uniquement constituée par les oreillettes. Le sommet ou pointe est divisé par une légère dépression qui suit les deux sillons interventriculaires.

c.2. Configuration intérieure

Les cavités cardiaques droites et gauches sont séparées par les cloisons interauriculaire et interventriculaire.

La base des ventricules est occupée par deux types d'orifices circulaires :

- les orifices auriculo-ventriculaires qui font communiquer les oreillettes avec les ventricules et munis de la valve tricuspide à droite et mitrale à gauche.
- les orifices artériels qui font communiquer les ventricules avec l'artère pulmonaire à droite et avec l'aorte à gauche. Ces deux orifices sont munis de trois valvules sigmoïdes.

Les parois des ventricules sont hérissées de saillies musculaires, piliers du cœur où s'insèrent les cordages destinés aux valvules auriculo-ventriculaires.

L'oreillette droite présente sur sa face supérieure, l'orifice de la veine cave supérieure, sur la face inférieure les orifices de la veine cave inférieure et du sinus coronaire. L'oreillette gauche présente sur sa paroi postérieure les quatre orifices des veines pulmonaires.

### c.3. Constitution de la paroi du cœur

Le cœur se compose d'une tunique musculaire épaisse ou myocarde, d'une membrane appelée endocarde qui revêt la surface interne du myocarde et limite les cavités du cœur, d'une membrane fibreuse qui l'entoure ou péricarde.

### c.4. Vascularisation et innervation

Les artères et veines coronaires et les veines de thebesius assurent la vascularisation du cœur.

La naissance et la propagation de l'influx nerveux qui engendre la contraction du myocarde sont assurées par un système particulier de fibres d'origine nerveuses situées dans le muscle cardiaque et constituées par :

- le nœud de Keith et Flack situé à la jonction de la veine cave supérieure et de l'oreillette droite.
- le nœud auriculo-ventriculaire d'Aschoff Tawara localisé au carrefour des deux oreillettes et des deux ventricules.
- le faisceau de His qui se subdivise en deux branches droite et gauche et se termine par un réseau de fibres beaucoup plus connu sous le nom de réseau de Purkinje. Le cœur reçoit en outre des rameaux des nerfs pneumogastrique et sympathique assurant son innervation extrinsèque.

### c.5. Modifications pathologiques de la silhouette cardiaque.

Elles sont dues principalement à trois causes :

- une hypertrophie ventriculaire qui se voit lors d'un travail supplémentaire suite à une défaillance de la ou des valves en aval.
  - une dilatation cardiaque en cas d'insuffisance du muscle cardiaque entraînant un élargissement de la silhouette cardiaque en forme de sphère.
  - un épanchement péricardique entraîne l'agrandissement de l'opacité cardiaque.
- Comme le péricarde remonte jusqu'au gros vaisseaux, les arcs cardiaques s'effacent et le cœur prend une forme triangulaire.

d) *Physiologie cardiaque*<sup>22,23</sup>.

La circulation sanguine est assurée par les contractions cardiaques d'une part et le tonus des vaisseaux périphériques d'autre part. Chez l'adulte normal la fréquence cardiaque est de 60-80 b/min. Mais ce chiffre varie avec de nombreux facteurs (exercice, émotion, sommeil).

Chacune des révolutions cardiaques comporte 2 temps : la systole et la diastole, cette dernière étant de durée plus longue.

d.1. Excitabilité du cœur

Le cœur est un muscle strié d'une structure spéciale : les fibres musculaires myocardiques forment un réseau sans solution de continuité. Cette structure continue explique la contraction en masse de l'organe. C'est l'un des muscles striés de l'organisme qui ne soit pas soumis à l'action de la volonté. La contraction est suivie d'une phase réfractaire au cours de laquelle toute excitation est sans effet.

d.2. Conductibilité du myocarde

Le stimulus normal de la contraction cardiaque part du nœud de Keith et Flack puis se propage au nœud d'Aschoff Tawara. Les ventricules sont atteints par le faisceau de His. Le nœud de Keith et Flack ou nœud sinusal est responsable de l'automatisme cardiaque car initiateur de la dépolarisation, d'où le nom de Pacemaker que lui donnent les anglo-saxons. Ceci s'explique par le fait que ce nœud a une fréquence de décharge électrique de loin supérieure à celle des autres structures nodales. Cette activité automatique est sous la dépendance du système nerveux intrinsèque alors que le système nerveux extrinsèque n'intervient à l'état normal que pour l'adapter aux besoins généraux de l'organisme.

Les ions potassium par leur rôle dans la détermination du potentiel membranaire et la genèse du potentiel d'action, et les ions calcium par leur rôle dans le processus de la contraction musculaire sont des électrolytes déterminants du fonctionnement cardiaque

#### d.3. Innervation extrinsèque du cœur

Le fonctionnement automatique du cœur est aussi sous le contrôle des systèmes sympathique et parasympathique.

Cette innervation extrinsèque agit sur le cœur par l'intermédiaire de ses médiateurs chimiques : noradrénaline pour le système sympathique et acetylcholine pour le système parasympathique. Ces médiateurs agissent par l'intermédiaire des récepteurs périphériques, cholinergiques et adrénergiques.

Une forte stimulation du système sympathique

- augmente la force de contraction

- augmente la fréquence cardiaque et par conséquent le débit cardiaque.

Une forte stimulation du système parasympathique diminue la fréquence cardiaque de 20 à 30% par rapport à son rythme normal.

Il s'ensuit donc que le débit cardiaque est fortement influencé par l'innervation extrinsèque soit dans le sens d'une augmentation ou d'une diminution.

#### d.4. Phénomènes biochimiques de la contraction cardiaque

Le métabolisme dans la fibre musculaire cardiaque entraînant la production de l'énergie nécessaire à la contraction est essentiellement aérobie. Le processus majeur est représenté par l'oxydation des acides gras. La glycolyse anaérobie joue un rôle très accessoire et de très courte durée dans certaines situations d'urgence (hypoxie, effort important) en raison du rendement insuffisant de ses réactions pour les besoins chez l'homme.

## II. Le cœur de l'athlète.

### a) *La fréquence cardiaque*<sup>2,24</sup>

La particularité la plus connue portée à l'actif du sportif entraîné est la bradycardie. Celle-ci s'explique par le fait que l'exercice physique favorise l'hypertonie parasympathique qui l'emporte sur le tonus sympathique au repos. Par ailleurs la baisse de la fréquence cardiaque de repos laisse beaucoup plus de temps pour le remplissage ventriculaire afin de maintenir un débit cardiaque de repos adéquat.

Durant l'exercice physique, la fréquence cardiaque croît (prédominance du sympathique qui s'exerce sur le nœud sino-auriculaire) progressivement pour atteindre une phase de plateau puis décroît immédiatement à la fin de l'exercice. La valeur de la fréquence cardiaque maximale atteinte à l'effort varie avec l'intensité et la durée de l'exercice.

### b) *Le débit cardiaque*<sup>25</sup>

Le débit cardiaque est le même que celui du sujet sédentaire au repos. Le sportif maintient un débit cardiaque normal par l'augmentation du volume d'éjection systolique malgré la bradycardie. A l'effort, on note une augmentation simultanée de la fréquence cardiaque et du volume d'éjection systolique. Pendant l'exercice, il y a augmentation de l'activité de la pompe musculaire et de l'aspiration thoracique, élévation des pressions transmises des artérioles dilatées aux veines et veinocstriction dans le groupe musculaire en activité. Ces phénomènes, associés à la grande contractilité du myocarde concourent à une augmentation du débit cardiaque chez les sportifs à l'effort.

### c) *La pression artérielle*<sup>26,27</sup>

L'un des effets le plus important du système sympathique pendant l'exercice est l'élévation de la pression artérielle.

Dans l'exercice musculaire de type endurance on note simultanément un accroissement du débit cardiaque et une baisse des résistances périphériques totales dans les groupes musculaires en activité. Il y a donc une élévation modérée de la pression artérielle. L'augmentation de la pression artérielle diastolique est moindre que celle de la pression artérielle systolique.

Dans l'exercice de type résistance il y a augmentation du débit cardiaque et en même temps élévation des résistances périphériques totales. En effet, dans les muscles en activité il y a augmentation de la pression tissulaire due au gonflement et raccourcissement des fibres coincées dans leurs enveloppes conjonctives. Il s'ensuit un accroissement très marqué de la pression artérielle. Ici, la pression artérielle systolique et diastolique augmentent parallèlement et les accroissements sont beaucoup plus rapides et plus importants

#### *d) Le myocarde.*

De nombreux auteurs<sup>1,2,3,8,26</sup> ont défini l'hypertrophie et/ou la dilatation des cavités cardiaques comme les principales caractéristiques adaptatives du cœur des sportifs. En effet, l'hypertrophie ventriculaire permet de normaliser le stress pariétal qui est occasionné par l'élévation de la pression artérielle à l'effort. La dilatation cavitaire permet d'accroître le volume télédiastolique qui, associé à une augmentation du retour veineux, maintient un débit cardiaque adéquat au repos.

### **III. Méthodes d'étude de l'adaptation cardio-vasculaire à l'effort<sup>2</sup>.**

Il existe plusieurs méthodes de détermination de l'adaptation cardio-vasculaire à l'effort.



*a) Réaction cardio-vasculaire au stress d'effort.*

*a.1. les réactions cardio-vasculaires à l'effort statique*

Les réactions cardio-vasculaires à l'effort statique sont appréciées par le test de Flack ou test de 40 mmHg. Ce test évalue à la fois les fonctions cardio-vasculaire et respiratoire. Ici on mesure l'accélération de la fréquence cardiaque lors d'une expiration forcée à laquelle est opposée l'inertie d'une masse de mercure incluse dans un tube de 4 mm de diamètre ouvert en forme de U. Le sujet doit maintenir une pression de 40 mmHg. On compte le pouls toutes les 5 secondes et on établit la courbe du rythme cardiaque.

Cinq types de courbes cardiaques ont été décrits :

- la courbe de type 1 comporte une élévation initiale du rythme qui ne dépasse pas 7 pulsations en 5 secondes. Elle indique une très bonne condition physique.
- la courbe de type 2 atteint 9 pulsations en 5 secondes. Le sujet est apte aux compétitions mais il manque de pratique.
- la courbe de type 3 dépasse 10 pulsations en 5 secondes. Le sujet présente une tachycardie dont il faudrait dépister la cause.
- la courbe de type 4 s'élève rapidement jusqu'à 10-12 pulsations en 5 secondes puis chute brusquement au-dessous du taux de départ vers la trentième seconde du test. Ce sujet est inapte à toute compétition quelle que soit la nature et la raison.
- la courbe de type 5 est marquée par une élévation initiale vers 9-10 pulsations en 5 secondes, puis le retour à la fréquence de 7 pulsations en 5 secondes qui se maintient jusqu'à la fin du test. C'est la courbe du sujet neurologique, elle est excellente.

a.2. Epreuve d'aptitude cardiaque fonctionnelle lors de l'effort dynamique.

Pour l'appréciation de l'aptitude cardiaque fonctionnelle lors de l'effort dynamique on dispose d'une série de tests qui ont pour principe l'appréciation du pouls et la pression artérielle aussitôt après un effort et durant les deux trois minutes qui le suivent par rapport à l'état antérieur de repos. Ces divers tests sont :

- le test de Lian : qui consiste en une course sur place avec élévation des genoux à angle droit, deux élévations par seconde pendant une minute.

- le test de Schneider consiste à calculer la variation de la fréquence cardiaque après passage de la position de décubitus dorsal à la station debout ; puis le temps de récupération cardiaque après un exercice standardisé.

- le Step test de Brouha : ce test mesure la vitesse  $V$  de récupération cardiaque après un exercice standardisé.

$$V = (T \times 100) / (2(Fc1 + Fc2 + Fc3)) \quad T = \text{temps total}$$

$Fc1$  = fréquence cardiaque entre 1 minute et 1 minute 30 secondes

$Fc2$  = fréquence cardiaque entre 2 minutes et 2 minutes 30 secondes

$Fc3$  = fréquence cardiaque entre 3 minutes et 3 minutes 30 secondes

- le test de Martinet : Il consiste à prendre le pouls d'un sujet au repos, aussitôt après les flexions durant 15 secondes puis durant 15 secondes dans les deux minutes qui suivent l'arrêt du test. Chez l'adulte normal le pouls ne doit pas s'accélérer de plus de 20 pulsations/minutes. Il revient au chiffre de repos en deux minutes.

- le test de Ruffier évalue l'indice de résistance cardiaque en fonction de la fréquence cardiaque après 30 flexions profondes des genoux en 45 secondes à une fréquence libre.

- le test de Ruffier-Dickson : Il consiste à prendre le pouls avant l'exercice (P), à faire exécuter 30 flexions en 45 secondes, à prendre le pouls aussitôt après (P1), une minute après (P2), et à appliquer la formule suivante :

$$(P + P1 + P2 - 200)/10$$

L'indice ainsi obtenu est considéré comme excellent s'il est inférieur à 0, très bon entre 0 et 5, bon entre 5 et 10, moyen entre 10 et 15, faible entre 15 et 20.

**b) Puissance maximale supportée (PMS)<sup>28</sup>.**

D'autres épreuves permettent de déterminer la capacité aérobie à l'effort.

La puissance maximale aérobie (VO<sub>2</sub> max.) est environ 4 litres par minute pour une charge de 300 Watt/minute. Elle est surtout importante pour l'évaluation des possibilités des athlètes de haut niveau.

La consommation maximale d'oxygène peut être déterminée de manière directe ou indirecte.

*Pour les méthodes directes*, on part du fait que la consommation d'oxygène par minute d'un sujet est égale à la différence entre la quantité d'oxygène qui pénètre dans les poumons et celle qui en sort.

*Pour les méthodes indirectes*, quelques épreuves font une déduction ou une extrapolation à partir de la fréquence cardiaque ou des niveaux d'intensité de l'effort ou des 2 paramètres à la fois. Parmi ces épreuves, on peut citer ceux d'Åstrand-Rhyming, Margaria, Shephard. Le Step test d'Åstrand par exemple, consiste à faire monter un sujet toutes les deux secondes pendant cinq minutes sur un banc de 50,8 cm de haut. Toutes les deux secondes le sujet fait un mouvement standardisé. Dès la fin du test, le sujet s'assied et l'on compte le pouls pendant trois périodes de trente secondes. On totalise les trois chiffres et on classe les sujets selon un coefficient calculé par la formule suivante: (durée de l'exercice en secondes.100)/[(P + P1 + P2).2] en se référant à un tableau.

*c) Aspect critique des tests<sup>29</sup>*

Le nombre élevé des méthodes d'évaluation de l'aptitude physique témoigne de la recherche permanente d'un test idéal. Ce test serait de réalisation facile, avec des résultats reproductibles spécifiques, facile d'interprétation, à faible coût. Or il est pratiquement impossible de trouver le test idéal. Pour les tests existants, les imperfections sont nombreuses :

- les épreuves basées sur le temps de récupération cardiaque à l'effort affichent des classifications dont les limites sont quelque peu arbitraires. Il n'existe pas de rapport entre la durée de récupération et la capacité d'exercice maximale. Il n'existe aucun critère commun d'inaptitude.

- les épreuves basées sur la détermination directe de la capacité maximale aérobie (VO<sub>2</sub> max.) exigent un appareillage complexe, coûteux et un personnel qualifié alors que les méthodes indirectes comportent une grande marge d'erreur pouvant atteindre les 20%.

**IV. L'échocardiographie-Döppler<sup>11,30</sup>**

*a) Historique*

Les ultrasons ont été appliqués pour la 1<sup>ère</sup> fois en 1920 pour des enregistrements en profondeur dans les études d'océanographie et la détection sous-marine. KEIDEL en 1950 fût l'un des premiers à utiliser les ultrasons pour examiner le cœur. Vers le milieu des années 50, ELDER et HERTZ utilisent les ultrasons pulsés pour la description de certains aspects de l'anatomie cardiaque. L'échocardiographie fût popularisée en 1957 par HOLMES aux USA.

EBINA et ses collaborateurs développèrent l'echotomographie au milieu des années 60. L'écho Döppler pulsé permettant d'étudier la vitesse du flux sanguin a été initié par BAKER.

## ***b) Définition et principe***

L'échocardiographie est l'échographie du cœur. Elle permet par échotomographie d'apprécier l'état et le fonctionnement des valvules, l'épaisseur des parois des ventricules, les dimensions de leur cavité et de faire le diagnostic des épanchements péricardiques. L'échographie est une méthode d'exploration mettant à profit la réflexion des ultrasons sur les structures internes des organes pour mesurer la profondeur et la situation de ces structures et obtenir des images de leurs formes.

Le principe de l'échocardiographie est basé sur celui du sonar : réflexion de l'onde ultrasonore émise par un cristal piézo-électrique. Chaque fois qu'il traverse une interface d'impédance acoustique différente (ex :myocarde –sang) .Les ultrasons sont des vibrations mécaniques transmises par la matière de fréquence supérieure a 20000Hz. L'écho réfléchi au niveau des différentes structures cardiaques, est converti par un système électrique amplifié secondairement et visualisé sur l'écran d'oscilloscope.

## ***c) Modes d'exploration ultrasonore***

Trois modes d'exploration ultrasonore sont utilisés en cardiologie.

### ***c.1. Mode unidimensionnel (Mode TM)***

Ce mode unidimensionnel explore le cœur dans une seule dimension, car l'émission des ultrasons se fait dans un seul axe. Les échos peuvent être visualisés de deux façons. Mode A (mode amplitude) mode M (mode temps-mouvement).

### ***c.2. Mode bidimensionnel***

L'écho BD ou échotomographie du cœur est un système qui permet l'enregistrement d'une image spatiale correcte à l'aide des ultrasons. Ici le cœur est exploré simultanément dans 2 dimensions et en temps réel. C'est la méthode de choix pour l'analyse des structures anatomiques du cœur et des vaisseaux.

### c.3. Mode Döppler

Elle permet la détection et la mesure non invasive des vitesses de flux sanguin. Elle est basée sur le phénomène physique des ultrasons connu comme effet Döppler. Les techniques Döppler s'appuient sur le principe selon lequel la vitesse instantanée des hématies, donc du sang, est proportionnelle à la différence des fréquences entre le faisceau ultrasonique émis et celui reçu par un émetteur-récepteur d'ultrasons.

Il existe deux techniques selon que l'on utilise une émission pulsée ou continue :

Döppler pulsé. Son avantage essentiel, lorsqu'il est combiné à l'échocardiographie uni ou bidimensionnelle, est d'enregistrer la vitesse d'un petit échantillon sanguin, parfaitement localisé, grâce à une «porte électronique», par rapport aux structures cardio-vasculaires. Sa limitation majeure est de ne pas permettre la mesure des vitesses supérieures à un certain seuil (0.90 à 1.2m/s) dépendant de la profondeur.

Döppler continu. Sa résolution spatiale étant très faible, son intérêt réside essentiellement dans la mesure des vitesses de pointe. L'appareillage appliqué pour l'étude ultrasonore du cœur permet de coupler actuellement les 3 modes d'exploration = TM, 2D, Döppler.

#### **d) *Technique d'examen***

L'examen échographique est réalisé chez un patient en décubitus latéral gauche, la main gauche derrière la nuque.

La sonde préalablement enduite d'un gel facilitant la transmission d'ultrasons, est placée au contact de la paroi thoracique.

L'examen du cœur peut se faire classiquement par 4 voies : apicale, parasternale, suprasternale, sous-costale.

e). *Echocardiogramme normal*

e.1. Tracé unidimensionnel

Incidence transventriculaire

Paramètres mesurés

diamètre diastolique du VD (n: 9-26mm)

épaisseur diastolique du SIV (n: 6-11mm)

diamètres endocavitaires du VG diastolique (n : 38-56mm) et systolique (n : 22-40mm)

Incidence transmitrale

Permet de mesurer :

l'amplitude DE d'ouverture de la grande valve mitrale (n : 17-30mm)

la pente EF de remplissage VG (n : 70-150mm/sec)

la distance E- septum interventriculaire (n : 4-8mm)

Incidence transaortique .

Ici on peut mesurer :

le diamètre telediastolique de l'aorte (n : 20-38mm)

l'écartement protodiastolique des sigmoïdes (n : 16-25mm)

le diamètre de l'OG telesystolique (n : 18-40mm)

c.2. Tracé bidimensionnel (2D)

Les tracés 2D, se font sujet couché, sonde en haut de l'image, les voies sont parasternale gauche (coupe longitudinale et transverse) apicale (permet la coupe des 4 cavités et des 2 cavités gauches) sous-costale (permet la coupe des 4 cavités comme la voie apicale, coupes sagittales en particulier la coupe de la veine cave inférieure et son abouchement dans l'oreillette droite) voie sus-sternale (visualise la crosse de l'aorte en coupe longitudinale et transverse, l'origine des gros vaisseaux du cou)

*f) Intérêt de l'échocardiographie uni et bidimensionnelle*

L'étude ultrasonore du cœur permet :

- d'obtenir des renseignements anatomiques quantitatifs ou la valeur de la vitesse d'écoulement du sang. La connaissance de ces données peut influencer de façon notable le processus de diagnostic ou le suivi thérapeutique du praticien.
- d'étudier la morphologie et la cinétique des valves cardiaques.
- de déterminer les dimensions et la géométrie du cœur.
- d'évaluer l'épaisseur, l'échostructure et la cinétique de parois ventriculaires.
- d'étudier l'état du péricarde.

**V. Echocardiographie d'effort**

*a) Historique*

Les premiers travaux publiés concernant la pratique de l'épreuve d'effort datent d'une cinquantaine d'années. Les premières publications introduisant cette technique furent de MASTER en 1941 et de BRUCE en 1956. L'échocardiographie d'effort a fait l'objet de très nombreuses publications par la suite. Une bonne corrélation est constamment retrouvée entre les lésions échocardiographiques et angiographiques. KRAUNZ et KENNEDY en 1970 et BOWYER et al en 1978, ont été en mesure d'examiner la cinétique de la paroi postérieure. Toujours en 1978, RICHARD STEIN et al ont enregistré en continu, les variations des dimensions du ventricule gauche chez l'homme au cours de l'effort et pendant la récupération à partir de l'échocardiographie TM. En 1981, WERNER ZWEHL et al ont étudié les variations de la morphologie et des volumes du ventricule gauche à l'échocardiographie BD.



### *b) Types d'effort<sup>1</sup>*

Trois types d'effort peuvent être utilisés pour stimuler le système cardiovasculaire : l'effort de résistance, l'effort d'endurance et leur combinaison.

Dans les efforts de résistance le sportif poursuit le plus longtemps possible un effort d'intensité maximale ou proche du maximum, à la limite des capacités fonctionnelles cardiaques et respiratoires. Cet effort correspond à la contraction musculaire prolongée sans mouvement (effort d'agrippement) ; il se produit une élévation disproportionnée de la pression de charge du ventricule gauche du fait de la réponse de l'organisme vis-à-vis des besoins en oxygène. Les efforts de type résistance seraient essentiellement générateurs de tissu myocardique.

Le sportif d'endurance poursuit le plus longtemps possible un effort d'intensité modérée, en parfaite aisance cardiorespiratoire. Il se produit une élévation plus appropriée du débit cardiaque et des échanges en oxygène. Comme la quantité de travail peut être quantifiée avec précision et la réponse physiologique mesurée, l'exercice dynamique est préférable pour les épreuves cliniques (ex : exercice sur bicyclette ergométrique). Ces efforts favoriseraient l'augmentation du volume ventriculaire.

### *c) Intérêt de l'échocardiographie d'effort<sup>2,1</sup>*

L'effort physique peut démasquer les anomalies latentes de la fonction ventriculaire, du fait de la stimulation adrénergique et de l'accroissement des besoins métaboliques qu'il entraîne.

L'échocardiographie d'effort permet d'établir les variations de la pression artérielle, d'évaluer les variations des dimensions du ventricule gauche au cours de l'exercice et pendant la récupération.

## VI. Le Handball

### a) Définition<sup>18</sup>

C'est un sport qui a vu le jour en 1890 en Allemagne. Le mot handball est issu de la langue germanique et signifie hand (main) ball (ballon). C'est un sport opposant deux équipes de sept joueurs (6 joueurs de champ et un gardien de but) qui doivent en utilisant exclusivement les mains faire pénétrer le ballon rond dans le but adverse.

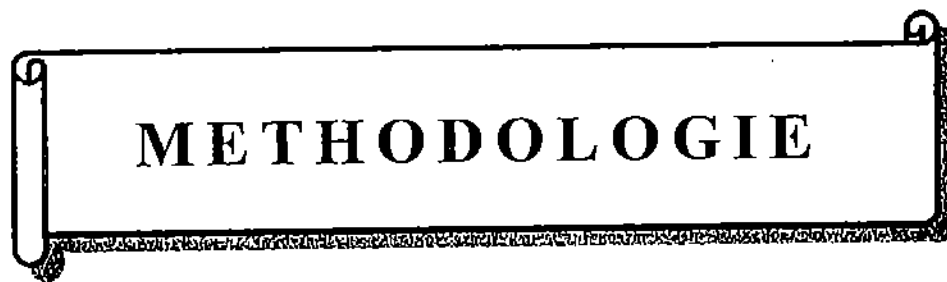
### b) Types d'exercices

Le handball est classé selon BROUSTET J.<sup>17</sup> parmi les sports à haut niveau de sollicitation cardio-vasculaire sans possibilité de modération au niveau de la compétition et dont l'essence même est la mobilité. Pour NOTEBOOM T.<sup>18</sup> l'entraînement du handball comporte de l'endurance, de la résistance et de la vitesse en relation avec la force et la puissance (sprint, tir, détente).

Par ailleurs des exercices de souplesse et de musculation interviennent. La souplesse est articulo-musculaire. La musculation sollicite les muscles qui jouent un rôle important dans la pratique du handball. Pour CATHY L.<sup>32</sup> il n'y a pas d'entraînement physique type ; les qualités d'un bon handballeur se résument à la résistance, la vitesse de mouvement, la force et la puissance articulo-musculaire.

Tableau I : Profil échocardiographique des sportifs d'endurance et de résistance selon la littérature

AUTEURS	TYPE DE SPORT	RESISTANCE	ENDURANCE	PROFIL ECHO-CARDIOGRAPHIQUE
Ehsani A. et al <sup>3</sup>	Coureurs		X	Hypertrophie + Dilatation
	Marathoniens		X	Hypertrophie + Dilatation
	Nageurs		X	Hypertrophie + Dilatation
Blair et al <sup>6</sup>	Marathoniens		X	Hypertrophie + Dilatation
	Cyclistes		X	Hypertrophie + Dilatation
	Footballeurs		X	Hypertrophie + Dilatation
	Surfeurs		X	Hypertrophie + Dilatation
Bosc et al <sup>1</sup>	Haltérophiles	X		Hypertrophie
	Judokas	X		Hypertrophie
	Cyclistes		X	Hypertrophie
	Marathoniens		X	Hypertrophie
	Boxeurs		X	Hypertrophie
Keith et al <sup>33</sup>	Marathoniens		X	Hypertrophie
Morganroth et al <sup>31</sup>	Lutteurs	X		Hypertrophie
	Lanceurs de poids	X		Hypertrophie
	Coureurs		X	Dilatation
Roeske et al <sup>35</sup>	Basketteurs		X	Hypertrophie
Simonin et al <sup>36</sup>	Footballeurs		X	Hypertrophie + Dilatation
	Skieurs		X	Hypertrophie + Dilatation
Snoecks et al <sup>8</sup>	Marathoniens		X	Hypertrophie + Dilatation
	Cyclistes		X	Hypertrophie + Dilatation
Wazana et al <sup>37</sup>	Footballeurs		X	Hypertrophie + Dilatation



**METHODOLOGIE**

## **IV - METHODOLOGIE**

### **1. Lieu, type, durée de l'étude.**

Le laboratoire d'échocardiographie de l'hôpital Général de Yaoundé (HGY) nous a servi de cadre de travail. Cette étude prospective, descriptive et analytique s'est déroulée de Mai à Novembre 2000.

### **2. Echantillonnage.**

L'échantillon comporte 32 sujets de sexe masculin répartis en deux groupes de 16.

Le premier groupe est constitué d'athlètes appartenant à l'équipe de Handball des Forces Armées et Police (FAP). Cette équipe est championne en titre du Cameroun et d'Afrique.

Une lettre de demande de participation de l'équipe à l'étude exposant les objectifs de celle-ci dûment signée par nos maîtres a été déposée auprès du responsable de l'équipe. Avec l'accord de la hiérarchie militaire et après plusieurs entretiens explicatifs au sujet de notre projet de recherche, les joueurs ont consenti librement à faire partie de l'étude. Ainsi un programme de travail a été établi. Une fiche technique pour le recueil des données anamnestiques et les résultats de l'examen physique essentiellement orienté sur le système cardiovasculaire a été remplie par nous même pour chaque athlète. Le lendemain, les données échocardiographiques ont été recueillies au repos puis à la fin de l'effort.

Le deuxième groupe est constitué de 16 sujets volontaires cliniquement sains et réputés sédentaires appariés par âge, sexe, poids et taille aux handballeurs. Il s'agissait essentiellement de jeunes chômeurs, de commerçants et d'étudiants, recrutés pendant quatre semaines au quartier, au marché, à l'université avec l'aide de nos amis, par simple inscription volontaire.

Après leur avoir expliqué notre projet de recherche et lorsqu'ils acceptaient d'être examinés, nous établissions les caractéristiques d'âge, poids, taille correspondant à ceux des athlètes. Lorsque ces critères étaient satisfaisants, un rendez-vous leur était fixé pour remplir la fiche technique, suivi le lendemain par le recueil des données échocardiographiques selon le même protocole que les athlètes. Cinquante quatre sujets témoins s'étaient présentés mais nous n'en avons retenu que seize qui répondaient aux critères d'appariement.

### **3. Matériel.**

Pour réaliser cette étude nous nous sommes servi de :

- une fiche technique individuelle de collecte des données,
- un pèse personnes de marque TERRAILLON (sensibilité 0,5 kg),
- une toise,
- un stéthoscope de marque LITTMAN,
- un sphygmomanomètre à mercure de marque SPENGLER,
- un appareil à Echo- Döppler de marque SONOLINE CD™ de SIEMENS équipé d'une sonde de 3,5 MHZ, permettant l'échographie en mode TM (Time-motion) BD ( Bidimensionnel), le Döppler pulsé et d'une sonde Döppler continu à 3,5 MHZ,
- un ergo cycle de marque KETTLER possédant des paliers de puissance progressivement croissantes muni d'un capteur auriculaire pour le recueil de la fréquence cardiaque,
- un lit d'examen situé à mi-distance entre la bicyclette et l'appareil d'Echo- Döppler,
- du matériel de réanimation (trousse d'urgence, défibrillateur cardiaque, bouteille à oxygène),
- un micro-ordinateur portatif de marque COMPAQ.

#### 4. Procédure de recueil des données.

Elle s'est faite en plusieurs étapes :

##### 4.1 *Identification et antécédents du sujet*

Par l'anamnèse nous avons déterminé le nom, prénom et l'âge.

Les antécédents personnels (cardiovasculaire, pulmonaire, toxiques ou autres) et familiaux contributifs ont été recherchés. Les données anamnestiques n'ont signalé aucun antécédent pathologique chez nos sujets.

##### 4.2 *Caractérisation de l'activité physique.*

L'interrogatoire nous a permis de mieux cerner les caractéristiques de la pratique de l'activité physique des athlètes par la détermination de :

- la durée de la pratique ( six mois, un an, supérieur à un an),
- la progression en six mois ( décroissant, constant, croissant),
- la fréquence d'entraînement par semaine, par mois, par an,
- la durée de l'entraînement journalier,
- les types d'exercices réalisés au cours de l'entraînement.

Chaque athlète pratiquait le handball depuis au moins deux ans avec six heures d'entraînement par semaine, à progression constante. Les exercices réalisés au cours de l'entraînement comprenaient l'endurance, la résistance, la vitesse, la musculation et les exercices de souplesse.

##### 4.3 *L'examen physique.*

L'examen physique a consisté en la mesure des paramètres anthropométriques (poids, taille) et la recherche des signes en rapport avec une anomalie cardiovasculaire ou autres. Aucun signe pathologique n'a été détecté chez nos sujets.

##### 4.4 *Recueil des données Echo-Döppler de repos.*

Le sujet est allongé et positionné en décubitus latéral gauche sur le lit d'examen. Une échocardiographie Döppler a été faite avec le recueil des données suivantes :

AO (mm)	Diamètre de la racine de l'aorte
OG (mm)	Diamètre diastolique de l'oreillette gauche
SIVD (mm)	Épaisseur du septum interventriculaire en télédiastole
PPD (mm)	Épaisseur de la paroi postérieure en télédiastole
VGD (mm)	Diamètre télédiastolique du ventricule gauche
VGS (mm)	Diamètre télésystolique du ventricule gauche
FR (%)	Fraction de raccourcissement du ventricule gauche
FE (%)	Fraction d'éjection du ventricule gauche
E (cm / s)	Vélocité de l'onde E du flux mitral protodiastolique au doppler
A (cm / s)	Vélocité de l'onde A du flux mitral télédiastolique au doppler
VAO (cm / s)	Vélocité du flux aortique

4.4 *Recueil des données au cours de l'épreuve d'effort.*

L'enregistrement des données s'est fait selon le protocole suivant :

4.4. a Installation du sujet sur la bicyclette.

Le sujet est installé sur la bicyclette ergométrique en position assise avec un capteur de fréquence cardiaque placé sur le lobe de l'oreille gauche. Le brassard du tensiomètre est placé au bras droit avec le zéro du tensiomètre au niveau du cœur. La fréquence cardiaque et la pression artérielle ont été enregistrées avant le début de l'effort.

4.4. b Epreuve d'effort.

Les sujets ont alors réalisé un effort standardisé et identique à vitesse constante (25 tours/min). C'était un effort de pédalage à charge (100 w) et durée (10 min) fixes, ceci afin de pouvoir comparer l'adaptation cardiovasculaire de nos sujets à l'effort. A la fin de l'effort, la fréquence cardiaque et la pression artérielle ont été enregistrées.

Aucun accident n'a été enregistré au cours de la réalisation de l'épreuve d'effort.



#### 4.4.c Echocardiographie d'effort.

A l'arrêt de l'effort le sujet est immédiatement allongé sur le lit d'examen et une nouvelle échocardiographie est alors réalisée faite avec la mesure des paramètres suivants :

S (mm)	Épaisseur du septum interventriculaire télésystolique
P (mm)	Épaisseur moyenne de la paroi postérieure télésystolique
DD (mm)	Diamètre télédiastolique moyen du ventricule gauche
DS (mm)	Diamètre télésystolique moyen du ventricule gauche

#### 4.4.d Surveillance des sujets.

Après l'échocardiographie nous avons surveillé nos sujets pendant dix minutes en position couchée afin de faire face à un éventuel malaise vagal ou autre. Une trousse d'urgence, une bouteille d'oxygène et un défibrillateur cardiaque étaient prévus pour la réanimation.

Aucun incident n'a été déploré au cours de la surveillance chez nos sujets.

### 5. Analyse des données.

#### 5.1 Au repos

→ Paramètres anthropométriques.

- L'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé selon la formule :

$$IMC = \text{Poids (kg)} / \text{taille}^2(\text{m})$$

- La surface cutanée (SC) a été définie selon la formule de DUBOIS et DUBOIS<sup>38</sup> :

$$SC (\text{cm}^2) = \text{poids}^{0.425}(\text{kg}) \times \text{taille}^{0.725}(\text{cm}) \times 71,84$$

→ Paramètres échocardiographiques.

- La formule de DEVEREUX<sup>39</sup> a été utilisée pour calculer la masse ventriculaire gauche (MVG):

$$MVG (\text{mg}) = 1,04 \times [(VGD + SIVD + PPD)^3 - VGD^3] - 13,6$$

- La masse ventriculaire gauche indexée ( $MVG_i$ ) est déduite à partir de la masse ventriculaire gauche par l'équation ci-après :

$$MVG_i \text{ (g/m}^2\text{)} = MVG/SC$$

- La fraction de raccourcissement (FR) a été calculée selon la formule suivante :

$$FR \text{ (\%)} = \left( \frac{VGD - VGS}{VGD} \right) \times 100$$

- L'épaisseur pariétale moyenne (EPM) a été déterminée de la manière suivante:

$$EPM \text{ (mm)} = (SIVD + PPD) / 2.$$

- La fraction d'éjection (FE) a été calculée selon la formule :

$$FE \text{ (\%)} = \frac{VTD - VTS}{VTD} \times 100$$

où d'après la formule de TEICHOLZ<sup>40</sup>, le volume télédiastolique (VTD) est déterminé ainsi qu'il suit :

$$VTD \text{ (ml)} = \frac{7 \times VGD^3}{2.4 + VGD}$$

et le volume télésystolique (VTS) :

$$VTS \text{ (ml)} = \frac{7 \times VGS^3}{2.4 + VGS}$$

## **5.2 A la fin de l'effort**

### **→ Caractéristiques hémodynamiques**

La fréquence maximale théorique (FMT) a été calculée selon la formule d'ÄSTRAND<sup>5</sup> :

$$FMT \text{ (b/min)} = 220 - \text{Age (en années)}.$$

Le débit cardiaque ( $\dot{Q}_c$ ) a été calculé selon la formule:

$$\dot{Q}_c \text{ (l/min)} = VES \times FC$$

avec le volume d'éjection systolique (VES) égal au volume télédiastolique moins le volume télésystolique (VTD - VTS).

L'index cardiaque (IC) a été déduit de la formule :  $IC \text{ (l/min/m}^2\text{)} = \dot{Q}_c / SC.$

→ L'étude de la contrainte pariétale du ventricule gauche

a été faite en utilisant les formules<sup>41,42</sup> suivantes :

- Stress pariétal méridional systolique (SPMS) :

$$\text{SPMS ( dynes/cm}^2\text{)} = 333 \times \text{PAS} \times \text{DS} / [P(1+P/DS)]$$

- Tension pariétale systolique (TPS) :

$$\text{TPS ( dynes/ cm)} = 1,33 \times \text{PAS} \times \frac{\text{DS}}{2}$$

- Stress pariétal méridional diastolique (SPMD):

$$\text{SPMD ( dynes/cm}^2\text{)} = 333 \times \text{PVGD} \times \text{DD} / [PPD(1+PPD/DD)]$$

- Tension pariétale diastolique (TPD) :

$$\text{TPD ( dynes/ cm)} = 1,33 \times \text{PVGD} \times \frac{\text{DD}}{2}$$

Où :

PAS = pression artérielle systolique (mm Hg).

DS = diamètre télésystolique moyen du ventricule gauche à la fin de l'effort (cm).

DD = diamètre télédiastolique moyen du ventricule gauche à la fin de l'effort (cm).

P = épaisseur moyenne de la paroi postérieure télésystolique à la fin de l'effort (cm).

PPD = épaisseur de la paroi postérieure en télédiastole (cm).

PVGD = pression du ventricule gauche en diastole (cm) estimée à 10 mm Hg.

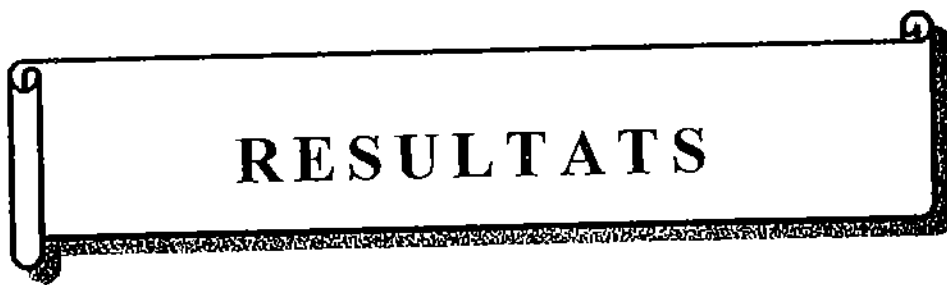
→ Le pourcentage de la fraction maximale théorique atteinte (% FMT)

Il a été calculé selon la formule suivante :

$$\%FMT = \left( \frac{FCE}{FMT} \right) \times 100$$

Les calculs statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel EPI-INFO ; version 6 (CDC, ATLANTA, Etats-Unis).

Le test «t» de STUDENT a été utilisé pour la comparaison des différentes moyennes des variables continues et le test de  $\chi^2$  pour la comparaison des pourcentages. Le seuil de signification statistique a été fixé à une probabilité de  $p < 0,05$ .



**RESULTATS**

## V-RESULTATS

### I. DONNEES AU REPOS.

Tableau II : Caractéristiques anthropométriques et physiologiques des athlètes comparées à celles des sujets témoins.

PARAMETRES	ATHLETES (N=16)		TEMOINS (N = 16)		Différence	p
	M	E.T	M	E.T		
Age (années)	25,43	3,40	25,12	3,13	+0,31	0,78
Poids (kg)	77,87	11,15	77,93	11,14	-0,06	0,98
Taille (cm)	177,93	6,94	177,87	6,93	-0,06	0,97
IMC	24,52	2,59	24,56	2,61	-0,03	0,96
SC (m <sup>2</sup> )	1,954	0,16	1,955	0,16	-0,001	0,98
PAS (mmHg)	125,43	15,80	111,25	8,06	+14,18	0,003 *
PAD (mmHg)	79,37	6,91	76,87	7,04	+2,5	0,32
FC (b/min)	68,75	12,06	70,37	4,39	-1,62	0,62

\*= p < 0,05

M= moyenne

E.T= écart-type

Les paramètres recueillis prouvent que les deux groupes sont comparables, la seule différence observée concerne la pression artérielle systolique qui est légèrement supérieure chez les athlètes.

Tableau III : Caractéristiques échocardiographiques des athlètes comparées aux témoins.

PARAMETRES	ATHLETES (N=16)		TEMOINS (N = 16)		Différence	p
	M	E.T	M	E.T		
AO (mm)	29,56	3,57	30,31	2,82	-0,75	0,52
OG (mm)	39,25	4,65	36,12	3,32	+3,12	0,03 *
VGD (mm)	53,50	4,24	52,12	4,34	+1,37	0,62
VGS (mm)	32,62	4,14	30,75	4,49	+1,87	0,22
PPD (mm)	9,18	1,22	8,12	1,31	+1,06	0,02 *
SIVD (mm)	10,62	1,76	9,66	2,30	+0,95	0,51
MVG <sub>1</sub> (g/m <sup>2</sup> )	133,08	26,68	97,17	7,73	+35,91	0,05 *
EPM (mm)	10,00	1,22	8,33	0,76	+1,67	0,05 *
FR (%)	39	5,03	42,56	4,28	-3,56	0,03 *
FE (%)	63,78	5,55	66,17	6,11	-2,38	0,25
VAO (cm/s)	113,18	14,84	108,46	16,86	+4,75	0,59
E (cm/s)	82,62	23,98	78,06	20,32	+4,56	0,57
A (cm/s)	53,31	24,15	56,56	10,43	-3,25	0,63
E/A	1,66	0,44	1,43	0,49	+0,22	0,18

\* = p &lt; 0,05

M= moyenne

E.T= écart-type

Contrairement à la racine de l'aorte, l'oreillette gauche est significativement plus grande chez les athlètes.

Les diamètres ventriculaires gauches sont superposables dans les deux groupes.

Il existe chez les athlètes une hypertrophie ventriculaire qui se manifeste par l'augmentation significative de l'épaisseur pariétale moyenne et la masse ventriculaire gauche indexée.

La fonction systolique est normale dans les deux groupes, cependant la fraction de raccourcissement est plus basse chez les athlètes alors que la fraction d'éjection est légèrement plus élevée chez les témoins.

L'examen Döppler montre que les vitesses du jet aortique, du flux mitral protodiastolique et télédiastolique sont comparables dans les deux groupes. Le rapport E/A est également identique dans les deux groupes.



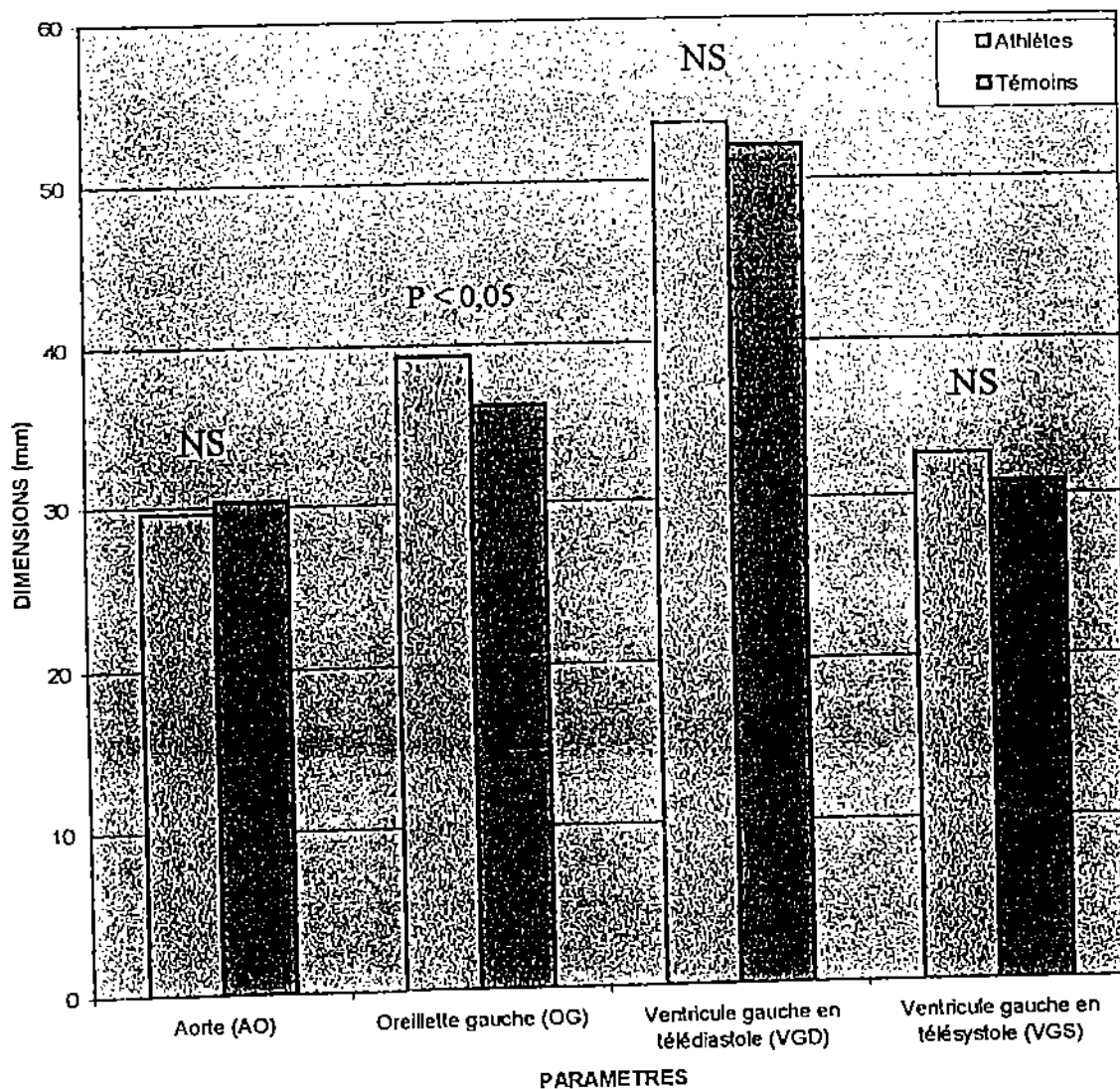


Figure 1. Comparaison des moyennes des diamètres mesurées au niveau du cœur gauche au repos.

NS = Non Significatif

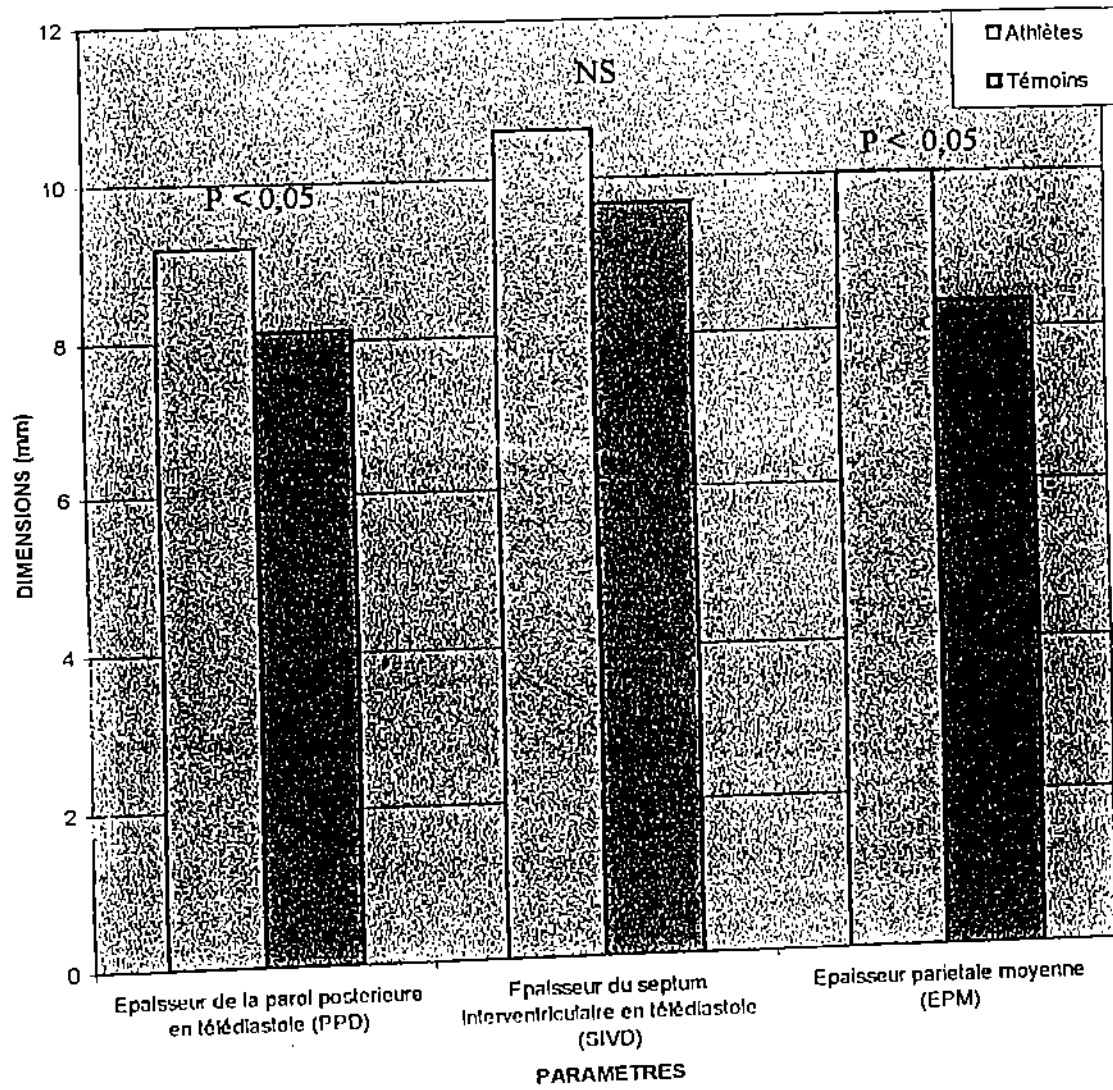


Figure 2. Comparaison des moyennes des dimensions de la paroi du ventricule gauche au repos.

NS = Non Significatif

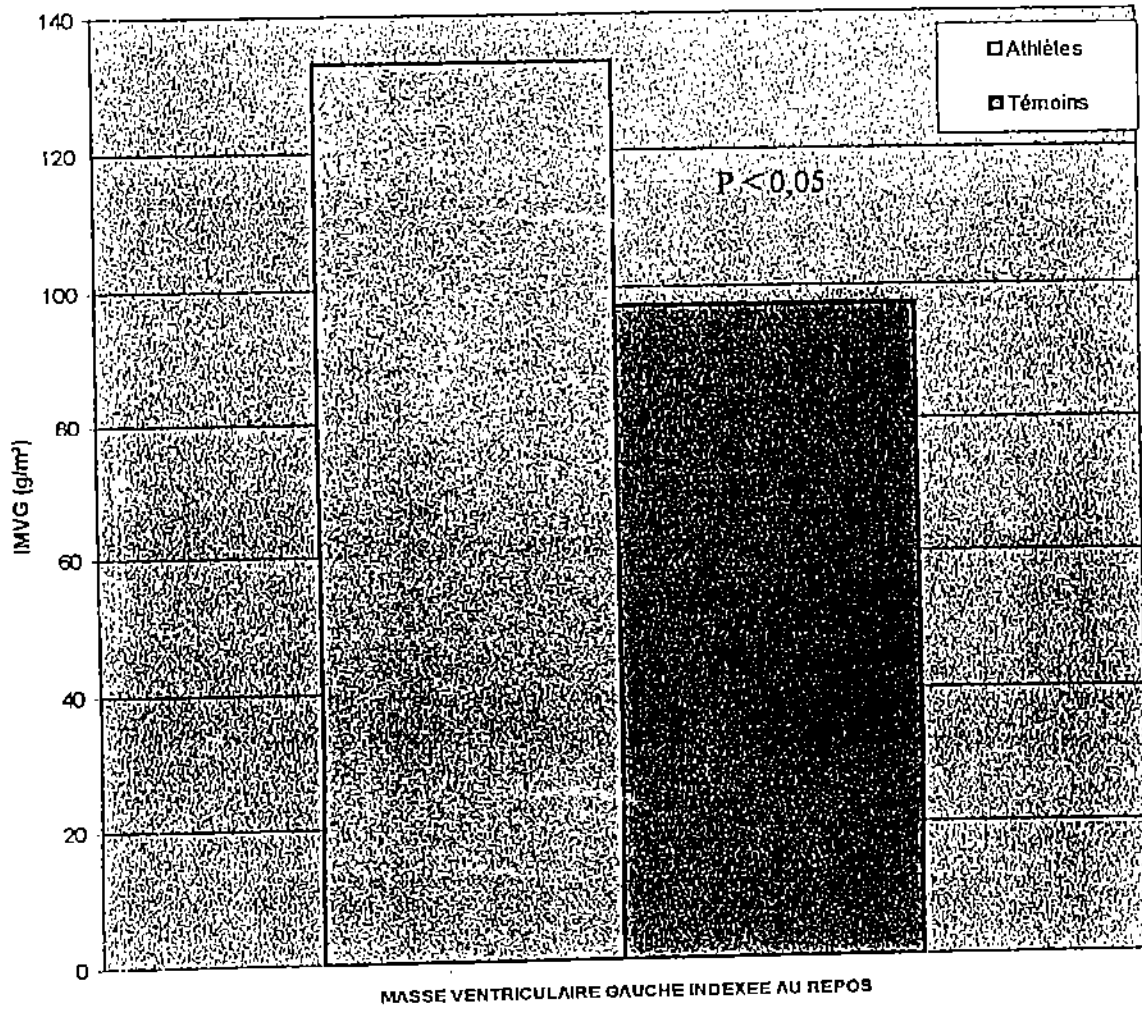
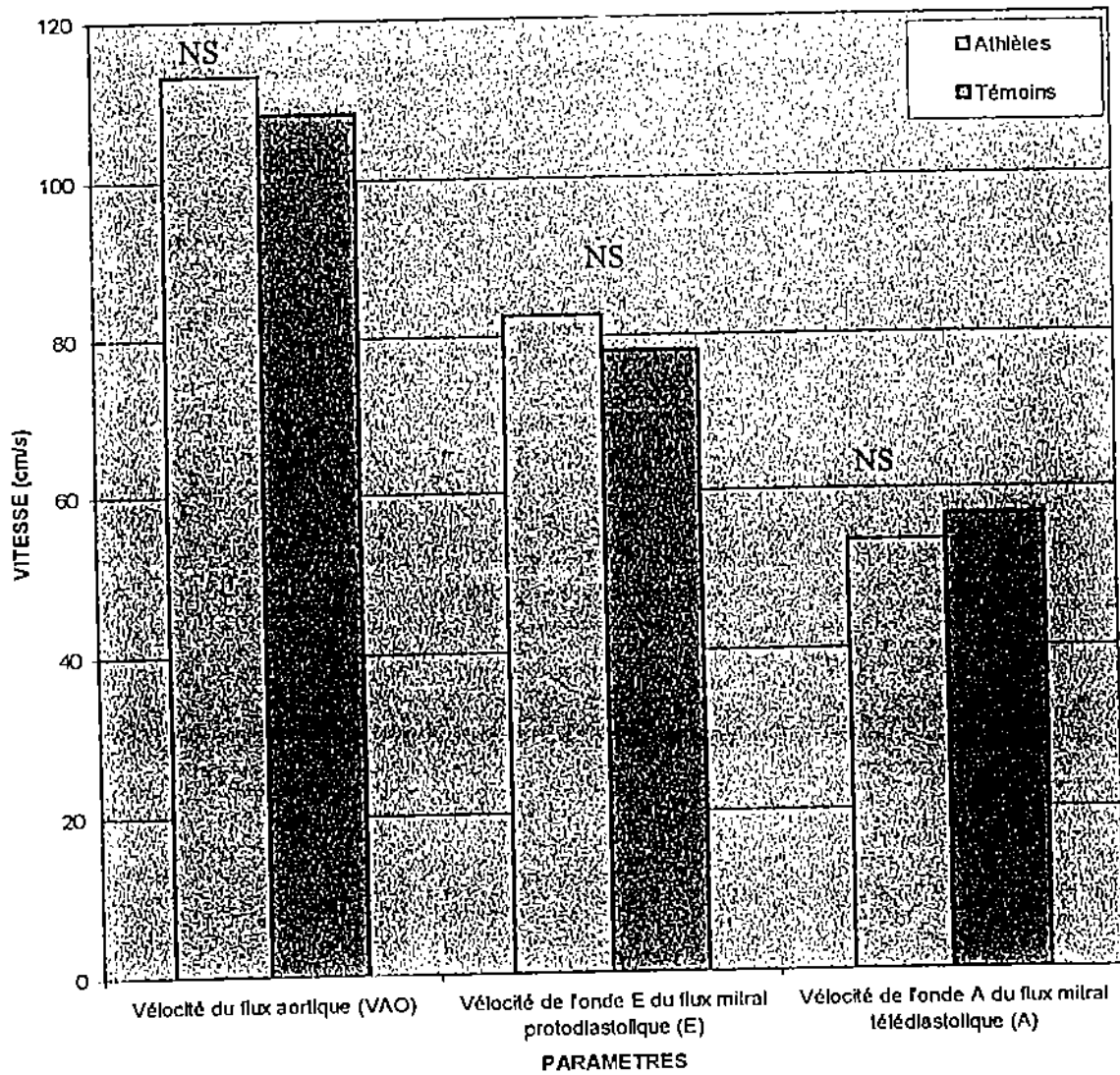


Figure 3. Comparaison des moyennes de la masse ventriculaire gauche indexée au repos.



**Figure 4.** Comparaison des moyennes de la vitesse du flux aortique, de la vitesse de l'onde E, du flux mitral protodiastolique et de la vitesse du flux mitral télédiastolique au Doppler Pulsé .

NS = Non Significatif

II. DONNEES A LA FIN DE L'EFFORT.Tableau IV : **Caractéristiques hémodynamiques des athlètes comparées à celles des sujets témoins.**

PARAMETRES	ATHLETES (N = 16)		TEMOINS (N = 16)		Différence	p
	M	E.T	M	E.T		
PAS effort (mmHg)	182,87	18,30	174,37	16,62	+8,5	0,17
PAD effort (mmHg)	94,12	13,07	82,18	15,16	+11,93	0,02 *
PA diff (mmHg)	88,75	23,10	92,18	19,40	-3,43	0,65
FCE (b/min)	119,62	15,46	134,62	15,41	-15	0,009 *
%FMT	61,36	7,95	68,76	7,97	-7,4	0,01 *
Qc (l/min)	12,87	4,04	8,97	3,05	+3,9	0,004 *
IC (l/min/m <sup>2</sup> )	6,58	1,93	4,58	1,43	+2	0,002 *

\* = p &lt; 0,05

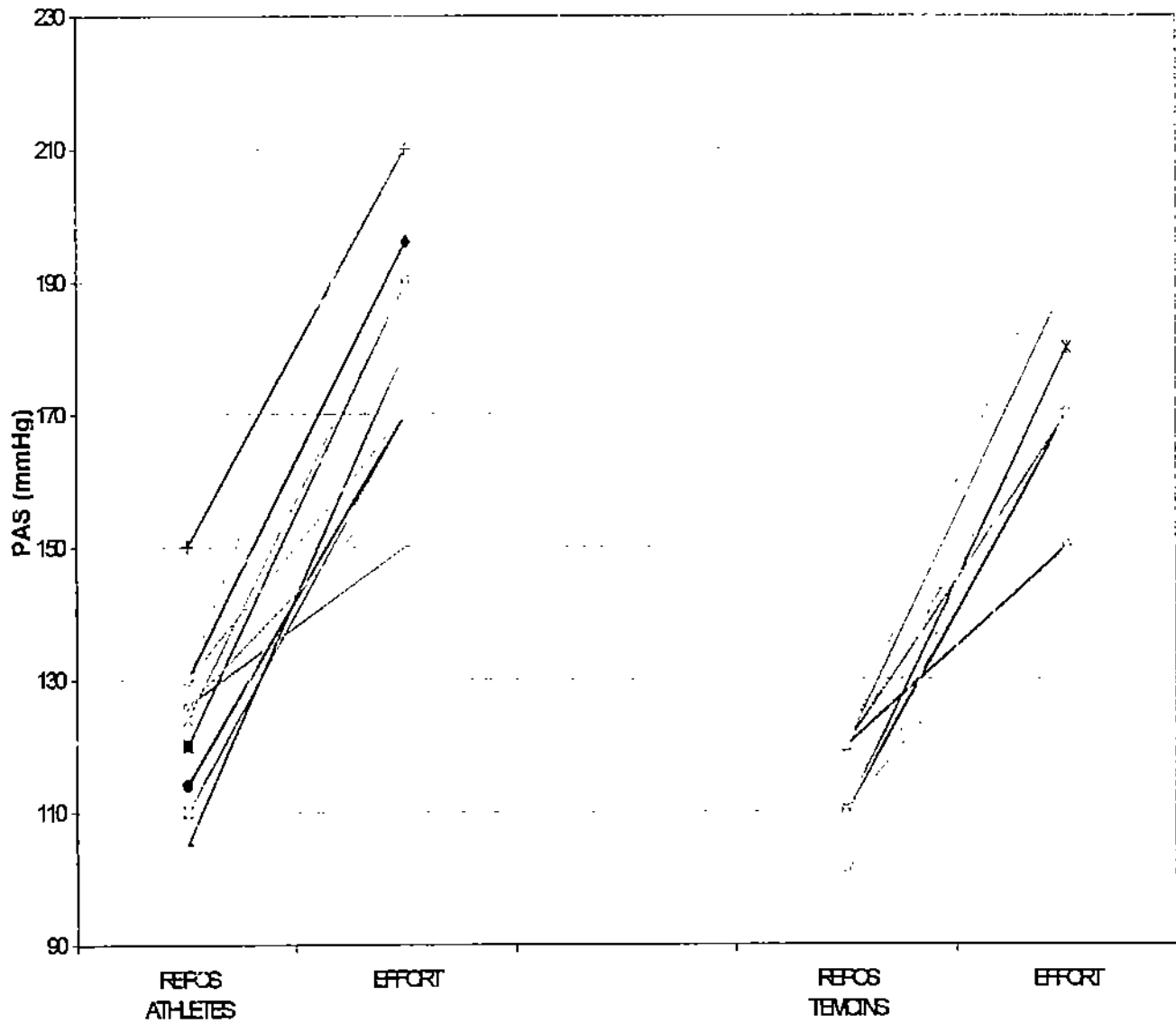
M = moyenne

E.T = écart-type

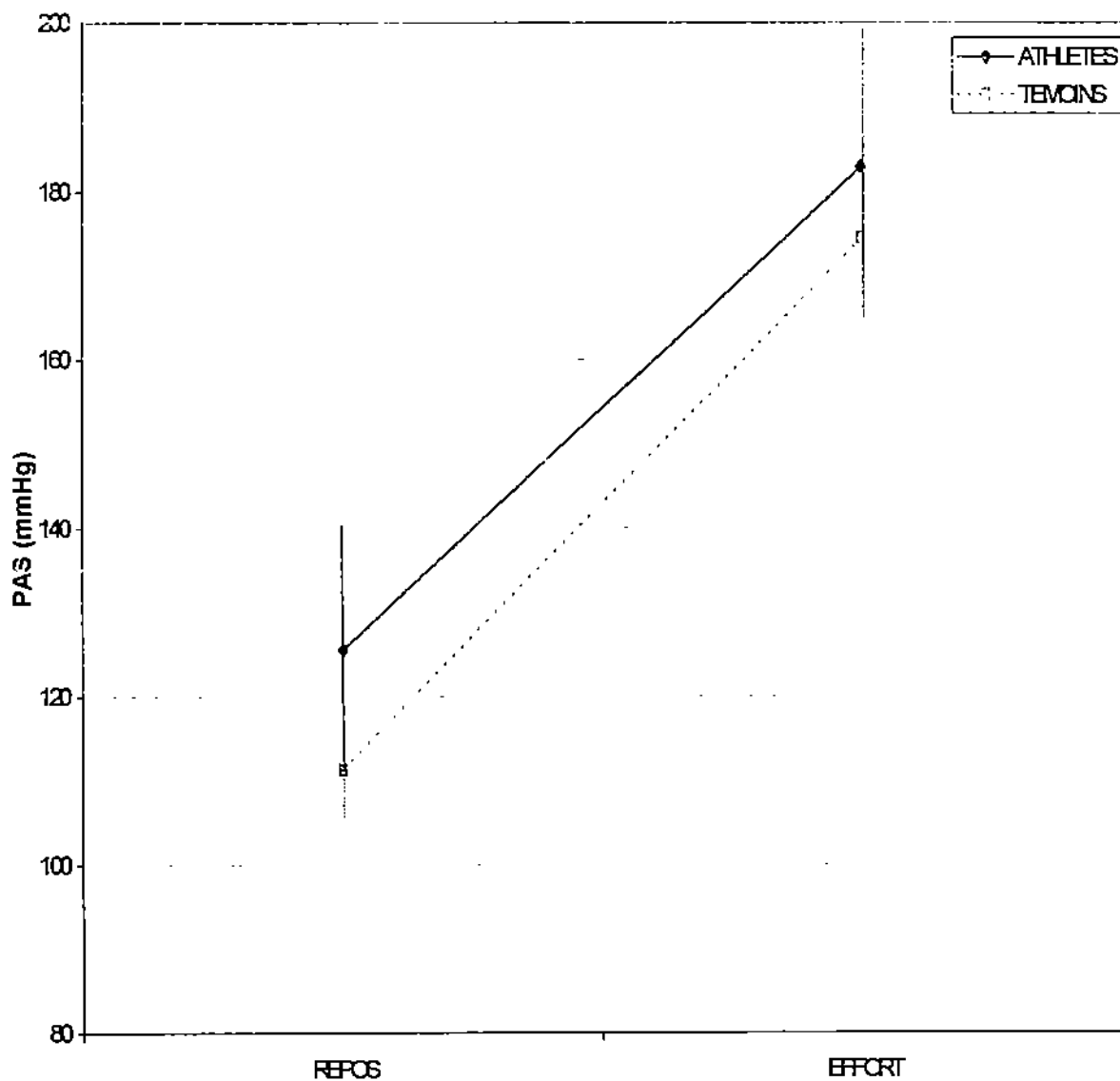
A l'effort, la pression artérielle systolique des athlètes est supérieure à celle des sujets témoins. Ce phénomène est particulièrement significatif sur la pression artérielle diastolique. Cependant la pression artérielle différentielle ne diffère guère dans les deux groupes.

La fréquence cardiaque à la fin de l'effort est significativement plus élevée chez les témoins qui atteignent un pourcentage de la fraction maximale théorique atteinte significativement plus élevée que celui des athlètes.

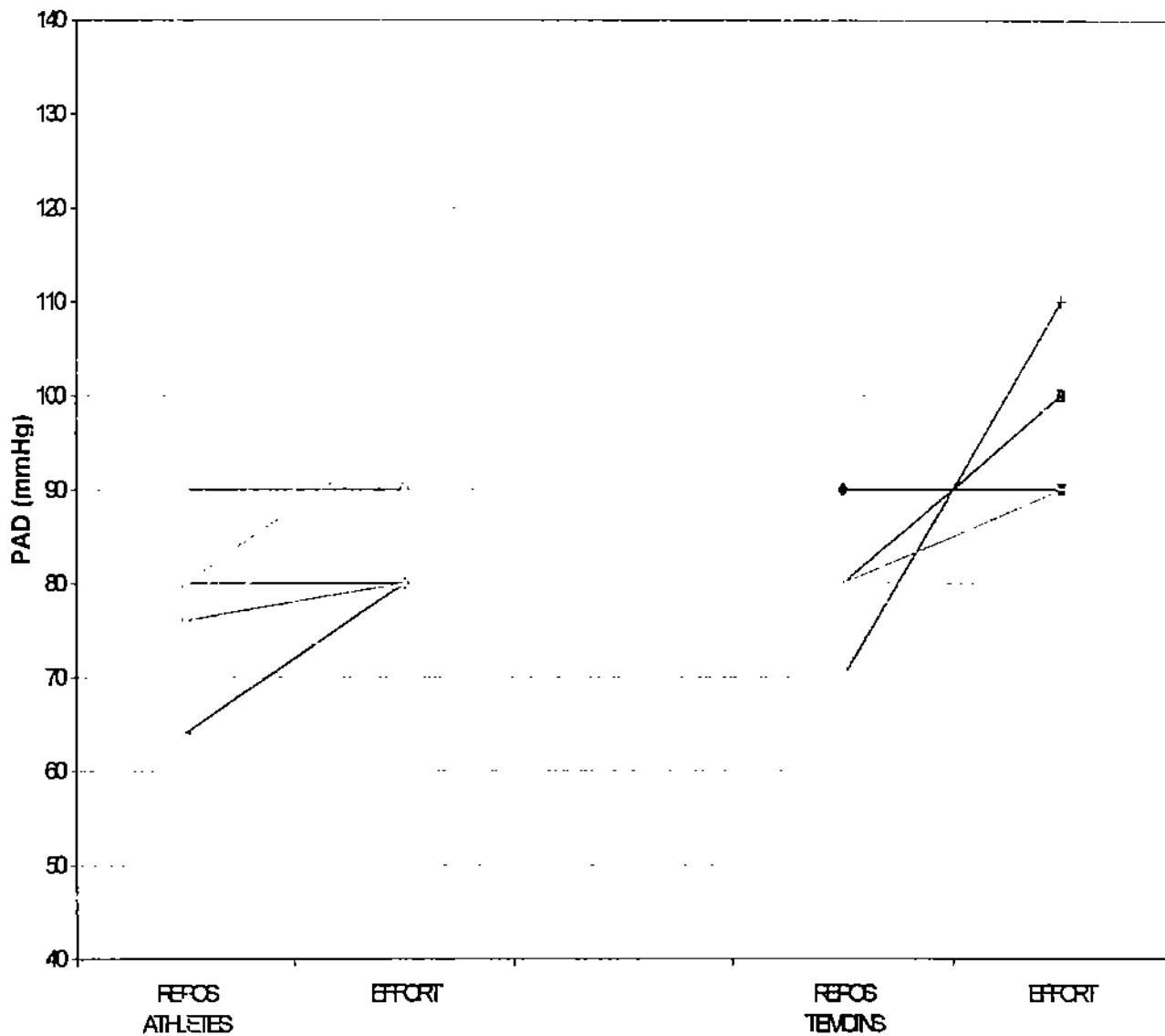
On note une augmentation plus importante de l'index et du débit cardiaque chez les athlètes par rapport aux témoins.



**Figure 5.** Comparaison de la pression artérielle systolique au repos et à l'effort.

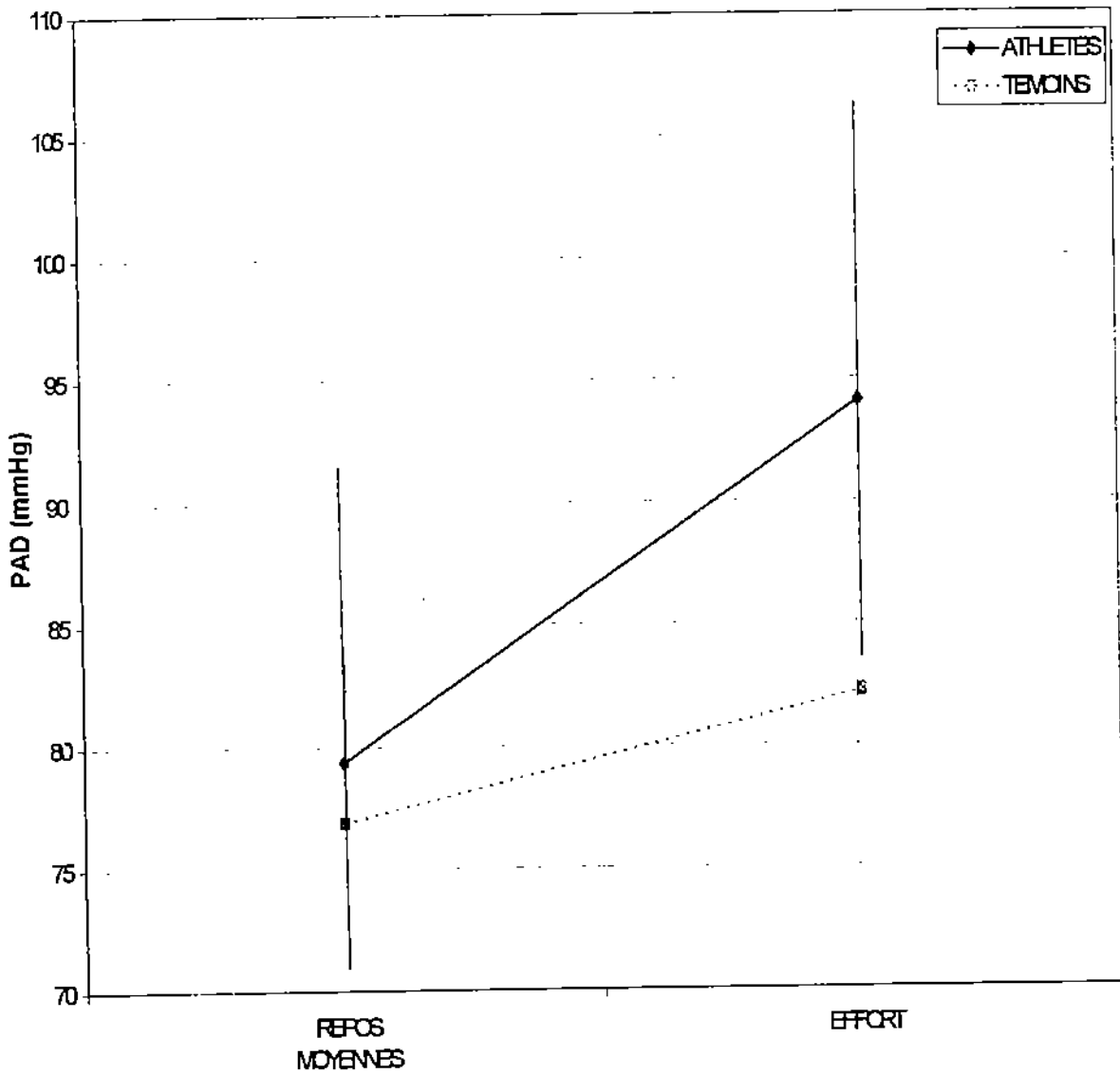


**Figure 6.** Comparaison des moyennes et écart-types de la pression artérielle systolique au repos et à l'effort.



**Figure 7.** Comparaison de la pression artérielle diastolique au repos et à l'effort.





**Figure 8.** Comparaison des moyennes et écart-types de la pression artérielle diastolique au repos et à l'effort.

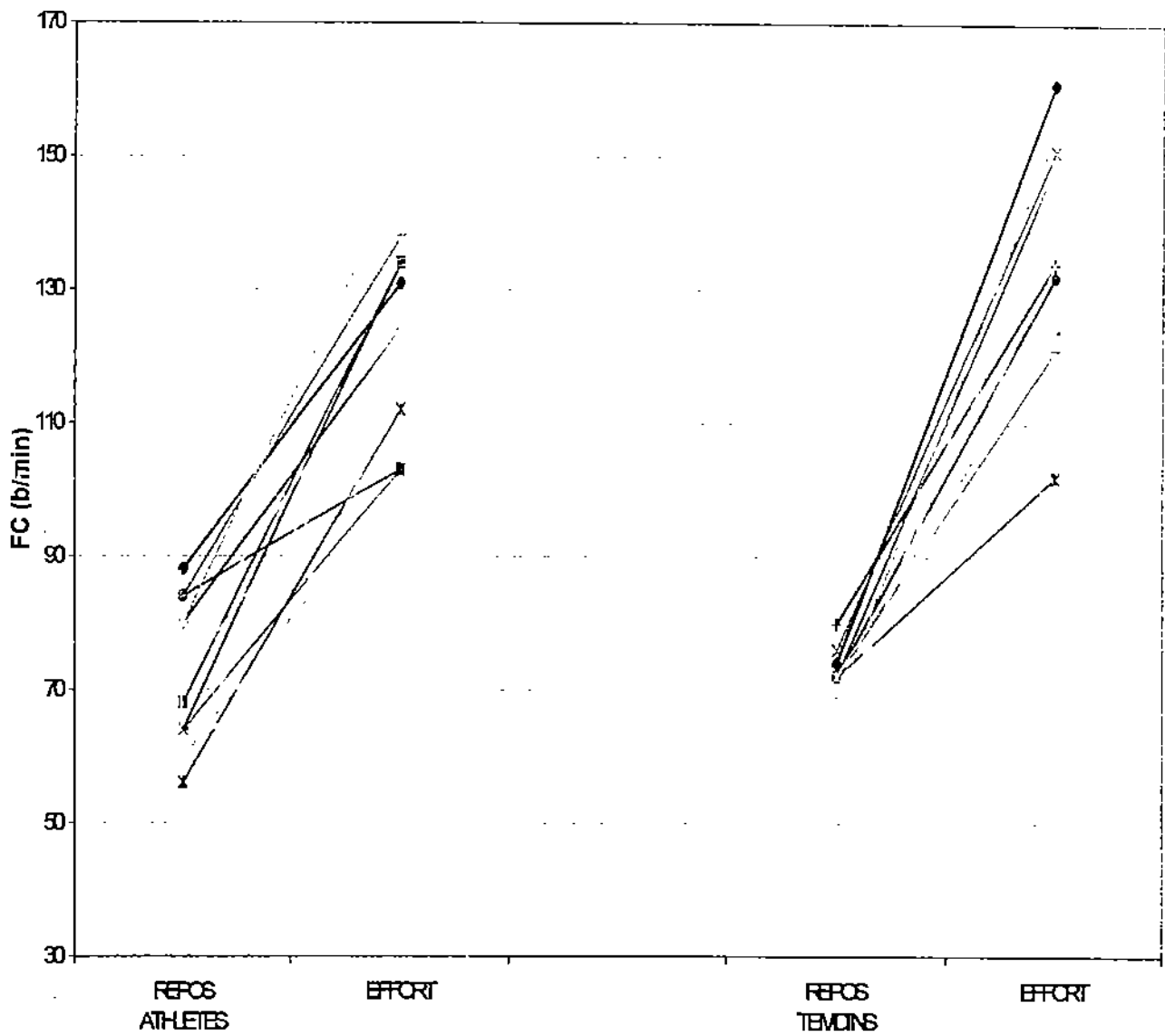
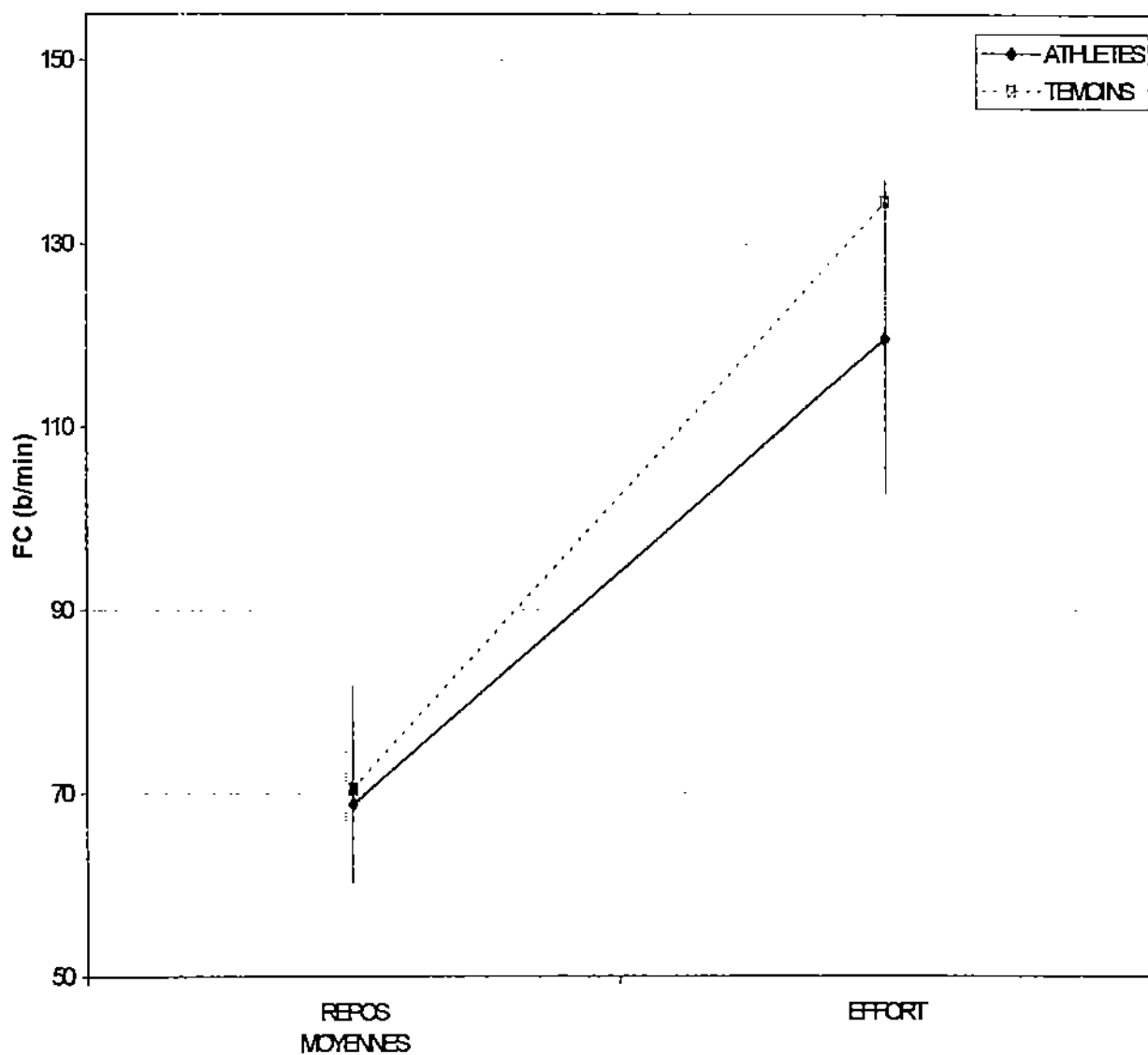
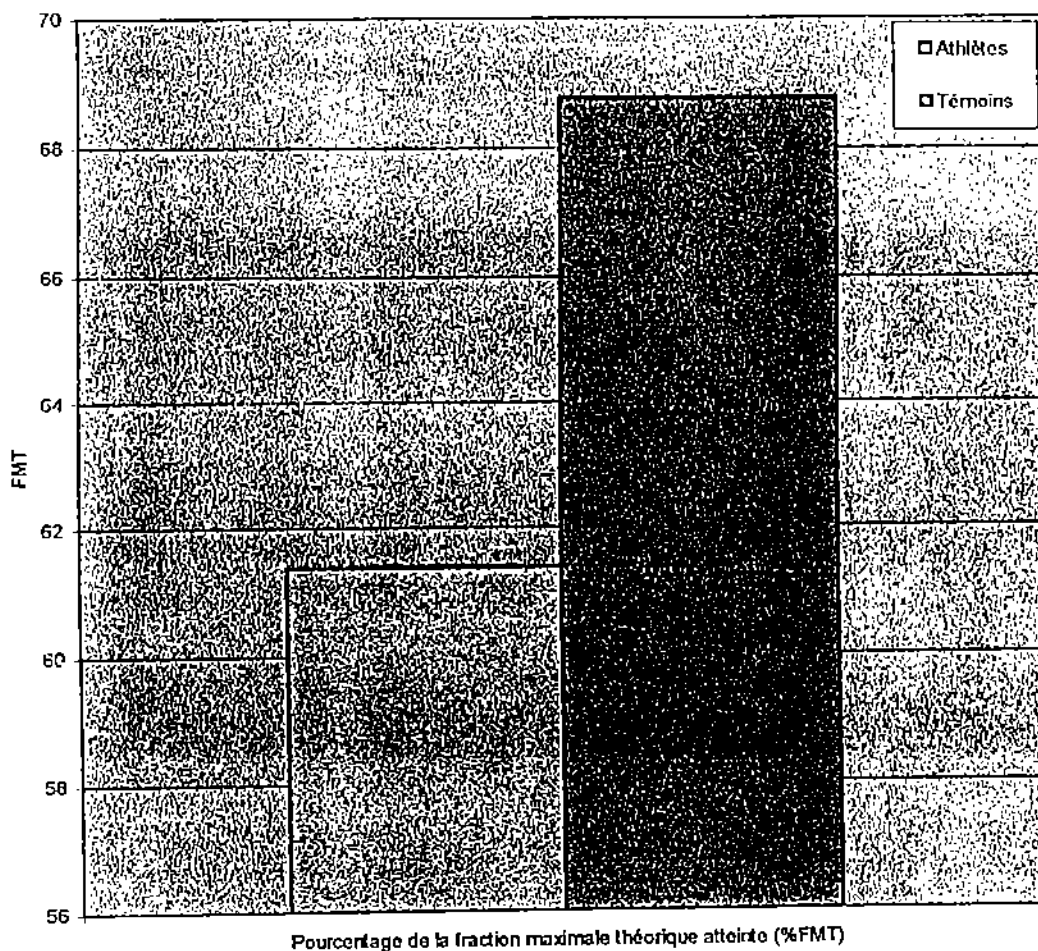


Figure 9. Comparaison de la fréquence cardiaque au repos et à l'effort.



**Figure 10.** Comparaison des moyennes et écart-types de la fréquence cardiaque au repos et à l'effort.



**Figure 11.** Comparaison des moyennes de pourcentage de la fraction maximale théorique atteinte.

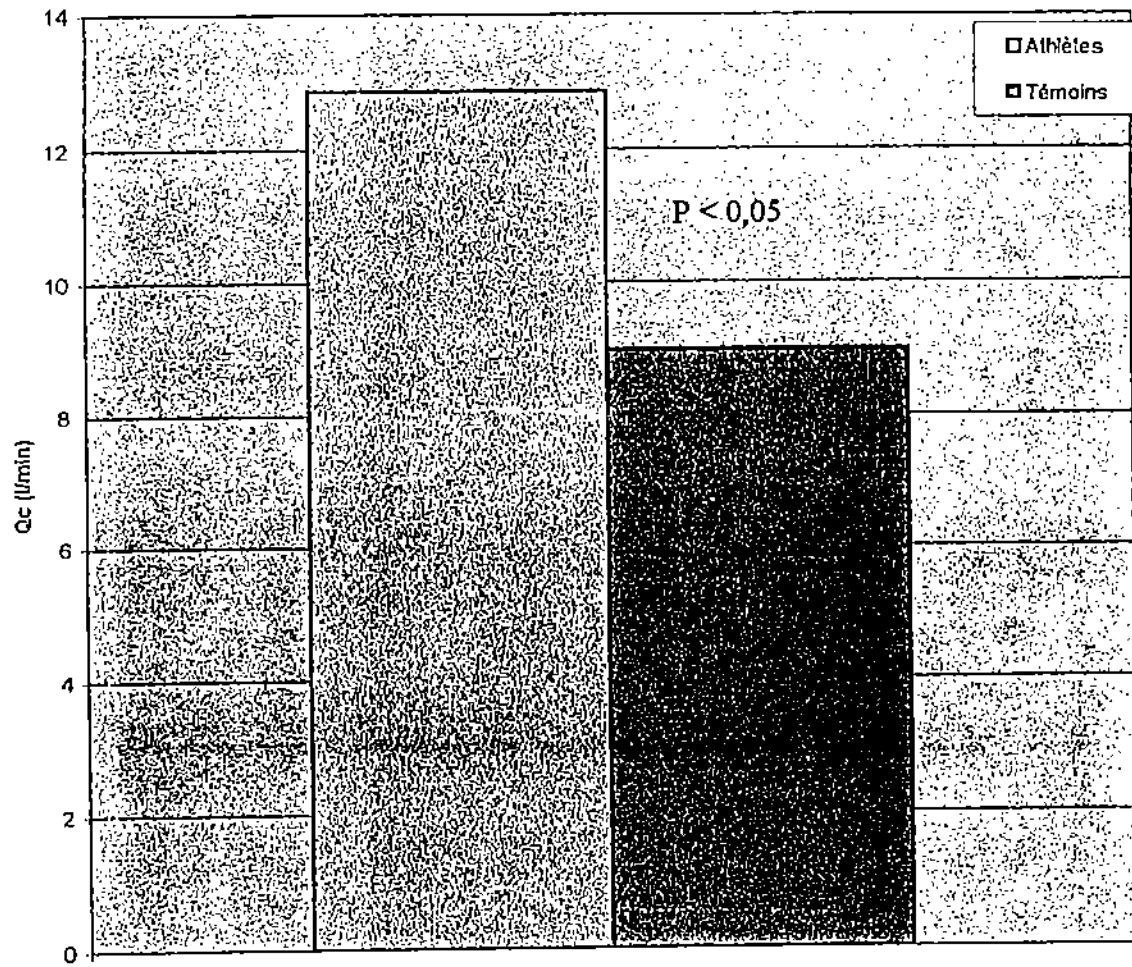


Figure 12. Comparaison de la moyenne du débit cardiaque à la fin de l'effort.

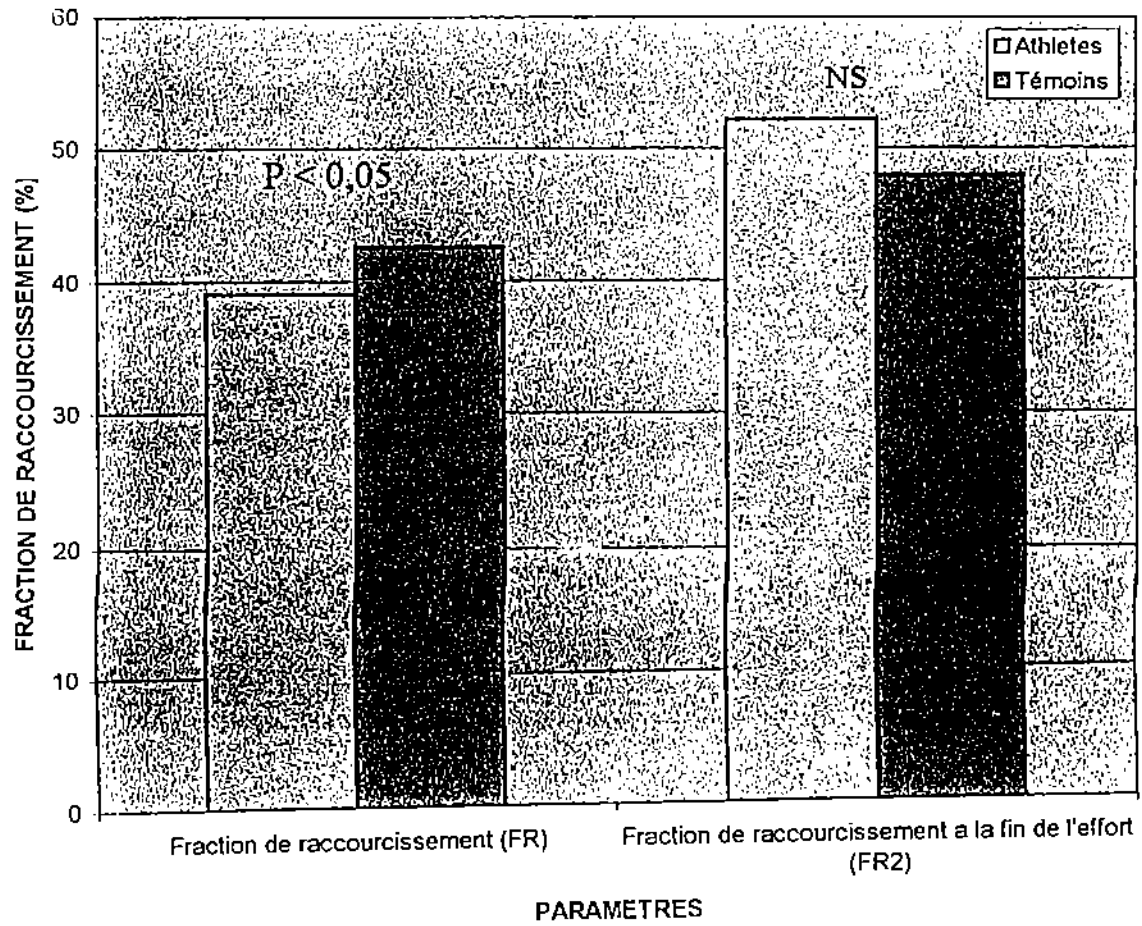
Tableau V : Indices de la fonction systolique du ventricule gauche des athlètes comparés à ceux des sujets témoins.

PARAMETRES	ATHLETES (N= 16)		TEMOINS (N = 16)		Différence	p
	M	E.T	M	E.T		
FR <sub>2</sub> (%)	52,13	5,68	47,93	6,90	+4,2	0,06
FE <sub>2</sub> (%)	77,98	5,38	73,88	7,14	+4,1	0,07

M= moyenne

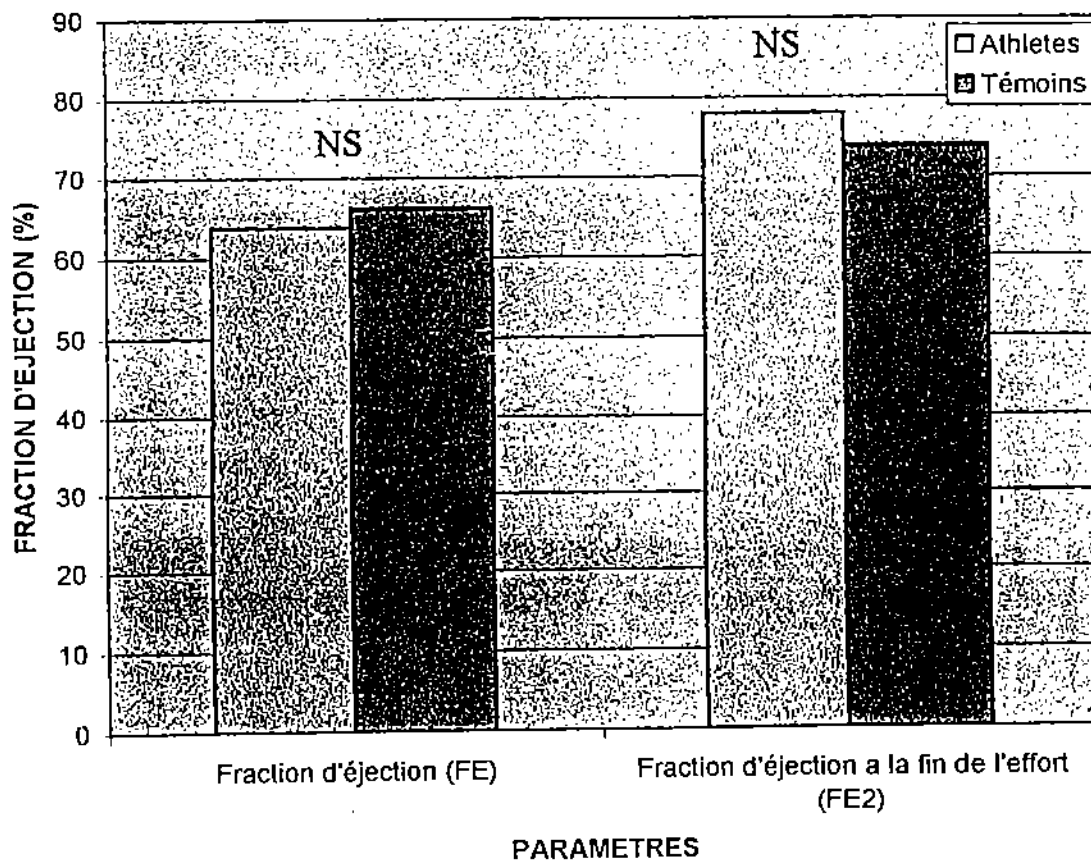
E.T= écart-type

A l'effort, la fraction de raccourcissement et la fraction d'éjection tendent à être meilleurs chez les athlètes par rapport aux témoins. Cependant la différence n'atteint pas le seuil de signification statistique.



**Figure 13.** Comparaison des moyennes de la fraction de raccourcissement au repos et à la fin de l'effort.

NS = Non Significatif



**Figure 14.** Comparaison de la fraction d'éjection au repos et à la fin de l'effort.

NS = Non Significatif



Tableau VI : Etude de la contrainte pariétale du ventricule gauche des athlètes comparée aux témoins.

PARAMETRES	ATHLETES (N = 16)		TEMOINS (N = 16)		Différence	p
	M	E.T	M	E.T		
SPMS ( $10^3$ dynes/cm <sup>2</sup> )	60,83	1,54	60,88	1,63	-0,05	0,99
SPMD ( $10^3$ dynes/cm <sup>2</sup> )	39,28	0,82	32,54	1,26	+6,74	0,08
TPS ( $10^5$ dynes/cm)	2,61	0,38	2,20	0,37	+0,41	0,004 *
TPD ( $10^5$ dynes/cm)	0,30	0,04	0,24	0,03	+0,06	0,0005 *

\* = p < 0,05

M= moyenne

E.T= écart-type

La contrainte pariétale méridionale est comparable dans les deux groupes en systole et en diastole.

La tension pariétale mesurée à l'effort est significativement plus élevée en systole comme en diastole chez les athlètes.

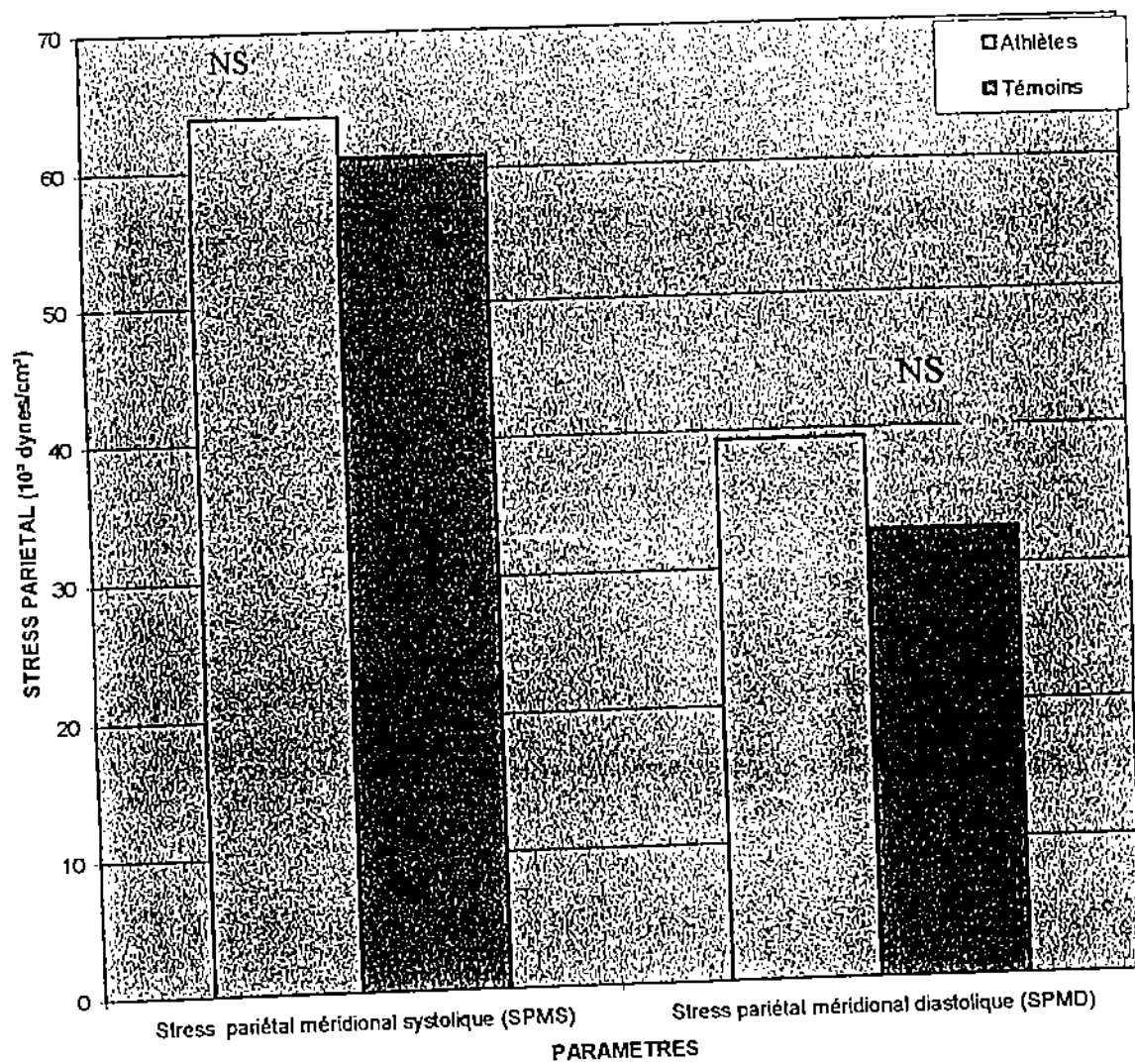


Figure 15. Comparaison des moyennes du stress pariétal méridional à la fin de l'effort.

NS = Non Significatif

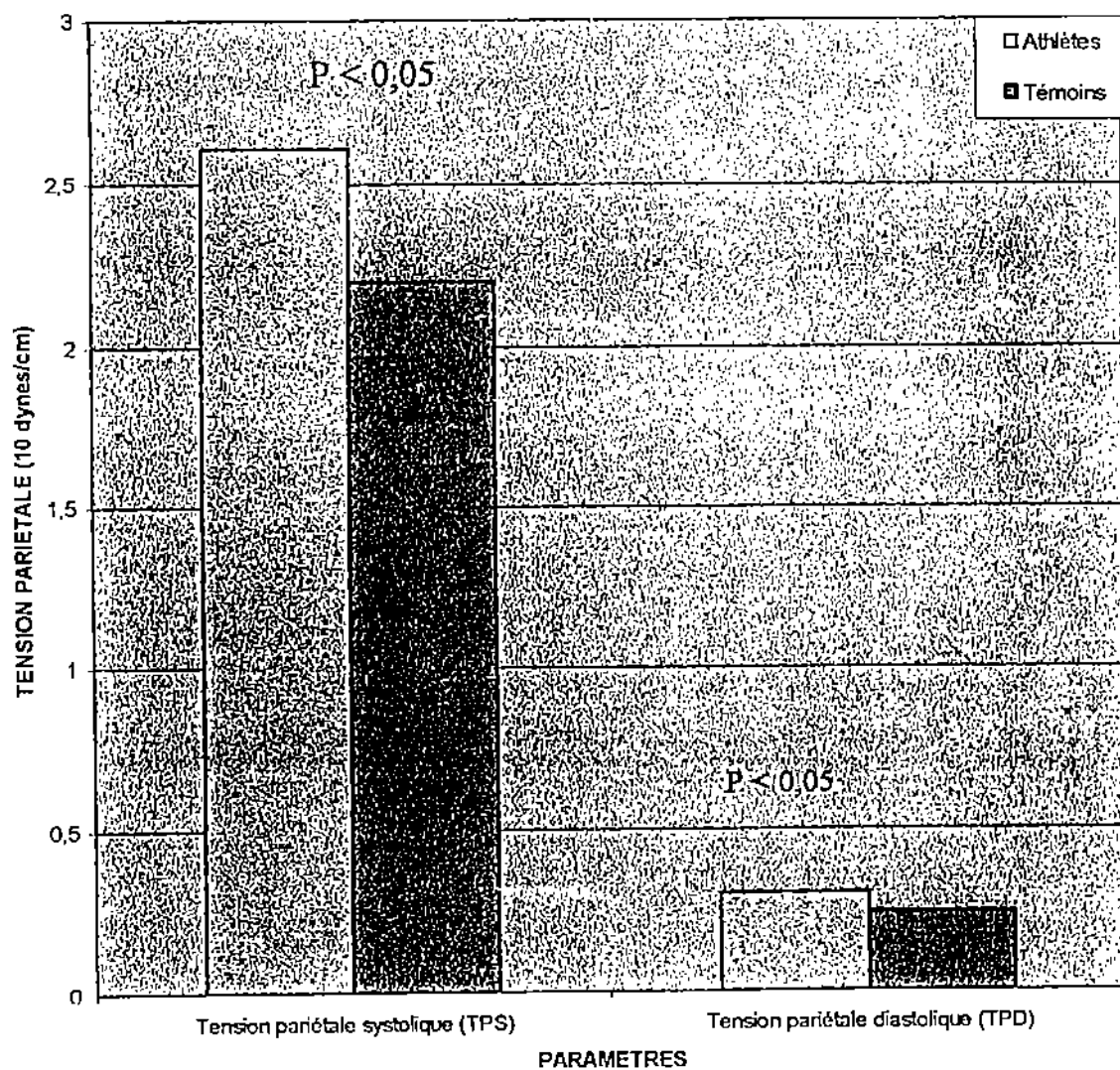


Figure 16. Comparaison des moyennes de la tension pariétale à la fin de l'effort.



**DISCUSSION**

71

## VI – DISCUSSION

Les techniques traditionnelles de l'étude de l'adaptation cardio-vasculaire à l'effort sont très utilisées dans les pays sous-développés pour leur coût faible et leur réalisation facile. A l'exemple des tests de Ruffier, Ruffier –Dickson ces tests présentent les inconvénients de ne donner que des résultats qui permettent de faire des classifications approximatives des sujets sans être précis quant aux modifications anatomiques du système cardio-vasculaire induites par la pratique régulière des activités physiques. L'introduction de l'échographie-Döppler combinée à l'épreuve de l'effort a permis d'évoluer dans la compréhension de l'adaptation cardio-vasculaire chez le sportif. Cette technique est utilisée pour la toute première fois au Cameroun dans la présente étude qui concerne les joueurs de handball.

Le handball est un sport complexe, difficilement standardisable. En effet ce sport combine à la fois les notions de résistance, d'endurance et de vitesse. Dans une équipe de handball on rencontre à la fois des joueurs à fortes capacités aérobies et mobiles (les attaquants) ou peu mobiles (les arrières). Par contre le gardien de but a un régime d'activité physique moindre par rapport aux joueurs de champ.

Par ailleurs, du point de vue histo-chimique l'activité d'endurance se caractérise par la prédominance des fibres musculaires de type I (riches en myoglobine, à fort métabolisme aérobie) tandis que dans l'activité de résistance prédominent des fibres musculaires de type II (pauvre en myoglobine, à faible métabolisme aérobie). Compte tenu de ce qui précède, une équipe de handball comporte nécessairement des modifications cardio-vasculaires rencontrées chez les sportifs de résistance et/ou d'endurance.

Nous discuterons les résultats des données de repos et ensuite ceux des données obtenues à l'effort.

## I. Au repos

### *I-a Paramètres anthropométriques et physiologiques.*

#### Paramètres anthropométriques

Les moyennes de taille, poids, surface corporelle et indice de masse corporelle ne sont pas statistiquement différentes entre les deux groupes. Nos sujets sont donc comparables et nous pouvons affirmer que notre échantillon est assez bien apparié.

Les moyennes retrouvées chez nos athlètes se rapprochent de celles que EYOUNGOU L<sup>16</sup>, a observé chez un groupe de vingt-trois handballeurs camerounais. LOFTIN M<sup>43</sup>, a observé les mêmes valeurs chez un groupe de handballeurs universitaires américains. CLAUDE B<sup>44</sup>, a observé les mêmes moyennes chez les handballeurs français ayant participé aux jeux olympiques de Moscou en 1980. Dans les mêmes tranches d'âge, les handballeurs camerounais ont des paramètres anthropométriques semblables à ceux des autres pays.

#### Pression artérielle

Les pressions artérielles de repos étaient normales dans les deux groupes. Nous avons néanmoins observé une pression artérielle systolique élevée de manière significative chez les athlètes. Mais la pression artérielle diastolique était plus élevée chez les athlètes sans atteindre le seuil de signification statistique. Les valeurs retrouvées chez nos athlètes se rapprochent de celles que AZABDJI K<sup>14</sup>, et NDE J<sup>15</sup>, rapportent respectivement chez un groupe de lutteurs et Judokas camerounais d'âge légèrement inférieur à nos athlètes. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le handball est un sport qui comporte une caractéristique de résistance comme dans la lutte et le Judo.

### Fréquence cardiaque

Dans notre étude, nous avons trouvé que la fréquence cardiaque est plus basse chez les athlètes par rapport à celle des sédentaires mais avec une différence non significative. La diminution du rythme cardiaque chez l'athlète par rapport au sédentaire est un fait bien établi dans la littérature<sup>3,6,14</sup>. PLAS F<sup>2</sup> explique cette baisse par la prédominance du tonus parasympathique par rapport au sympathique antagoniste. De plus, à mesure que la condition physique et cardio-vasculaire s'améliore, le cœur s'hypertrophie et son volume d'éjection systolique augmente. Par conséquent, la fréquence cardiaque au repos même faible suffit à produire un débit cardiaque adéquat. En effet, une basse fréquence cardiaque laisse plus de temps pour le remplissage ventriculaire.

#### *1-b Dimension de l'aorte et des cavités cardiaques gauches.*

### La Racine de l'aorte

La moyenne de la racine de l'aorte ne présente pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes. La valeur moyenne de la dimension de la racine de l'aorte était de 29,56 mm  $\pm$  3,57 chez nos athlètes. BLAIR N. et al<sup>6</sup> ont observé des moyennes similaires (30 mm  $\pm$  4) chez un groupe de cyclistes et de footballeurs australiens d'âges comparables à nos sujets.

### Oreillette gauche

La moyenne du diamètre de l'oreillette gauche des athlètes est significativement supérieure à celle des sédentaires. Les mêmes conclusions ont été rapportées par NDE J<sup>15</sup> chez les Judokas et SNOECKX L. et al<sup>8</sup> qui ont mesuré les dimensions cardiaques des coureurs de fond et celles des sédentaires. BLAIR N. et al<sup>6</sup> ont observé les mêmes faits à l'issue d'une comparaison des cœurs des sportifs de diverses disciplines à ceux d'un groupe contrôle.

L'hypertrophie pariétale induite par la pratique du handball entraîne une perte des propriétés de relaxation du ventricule gauche. Il s'ensuit une dilatation de l'oreillette gauche afin de contenir l'excédent du volume télédiastolique.

Par ailleurs l'oreillette gauche doit lutter contre la tension pariétale créée par l'augmentation de la pression artérielle d'où sa dilatation.

#### Diamètres ventriculaires gauche

Les diamètres télédiastolique et télésystolique sont dans les limites de la normale pour les deux groupes. Mais les moyennes sont plus élevées chez les athlètes sans pour autant atteindre le seuil de signification statistique. COLAN SD. et al<sup>15</sup> ont observé que les haltérophiles avaient des diamètres ventriculaires normaux après avoir comparé la dimension des cavités cardiaques avec les nageurs et les coureurs de fond. FAGARD RH. et al<sup>16</sup> ont constaté que les diamètres ventriculaires gauches ne se modifient pas après avoir étudié un groupe d'athlètes de type résistance pendant plusieurs mois. Par contre MORGANROTH J. et al<sup>34</sup> ont observé l'augmentation des diamètres ventriculaires sans épaississement pariétal chez les nageurs et les marathonien. ROESKE WR. et al<sup>35</sup> ont observé l'augmentation des diamètres ventriculaires gauche chez un groupe de basketteurs universitaires américains. La dilatation cavitaire est surtout une caractéristique adaptative des sports de type endurance.

#### Hypertrophie ventriculaire gauche.

L'épaisseur télédiastolique de la paroi postérieure et l'épaisseur pariétale moyenne étaient élevées de manière significative chez nos athlètes. MARON BJ. et al<sup>17</sup> ont rapporté une augmentation de la paroi pariétale proche de nos valeurs (10mm) après une méta-analyse échocardiographique auprès de mille athlètes de diverses disciplines.



BLAIR N. et al<sup>6</sup> ont rapporté une augmentation significative de l'épaisseur pariétale postérieure et moyenne chez un groupe de coureurs et cyclistes par rapport aux témoins sédentaires. Selon ces auteurs, les entraînements en aérobie susciteraient une importante hypertrophie pariétale.

L'épaisseur du septum interventriculaire était plus élevée chez nos athlètes sans pour autant atteindre le seuil de signification statistique. COHEN JL. et al<sup>18</sup> ont observé des mesures similaires après avoir comparé dix marathoniens à un groupe de sujets sédentaires.

La masse ventriculaire gauche indexée était plus élevée chez nos athlètes de manière significative. NDE J<sup>15</sup>. rapporte des dimensions légèrement supérieures aux nôtres chez un groupe de judokas camerounais de poids et de taille sensiblement égaux à ceux de nos athlètes.

EHSANI A. et al<sup>3</sup> ont constaté une augmentation de la masse ventriculaire gauche après avoir étudié un groupe de nageurs par rapport aux témoins. Pour GROSSMAN W<sup>19</sup>. qui a étudié le stress pariétal chez divers sportifs, l'augmentation de la masse ventriculaire gauche et de l'épaisseur pariétale permettent de normaliser le stress pariétal qui est occasionné par l'augmentation de la pression artérielle. C'est donc un processus adaptatif nécessaire pour le maintien d'une performance cardiaque optimale. Selon BOSCH E.<sup>1</sup> qui a étudié les variations des dimensions cardiaques en fonction du type d'entraînement, les efforts de résistance comportant dans leurs entraînements une part d'endurance comme dans le handball entraînent une hypertrophie ventriculaire gauche sans dilatation cavitaire.

Par ailleurs nous savons que l'entraînement physique de longue durée améliore considérablement le retour veineux qui induit par conséquent une augmentation de la précharge. Il s'ensuit alors une hypertrophie de la paroi ventriculaire gauche qui doit s'adapter à la nécessité d'augmenter la force expulsive.

### *I-c Etude de la fonction systolique*

La vitesse maximale du flux aortique ne présentait pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes ( $P=0.59$ ).

La fraction de raccourcissement et la fraction d'éjection étaient plus réduites chez les athlètes mais de façon plus significative pour le premier paramètre. Cette observation est la même que celle de BLAIR N.<sup>6</sup> et COHEN JL.<sup>48</sup>. Pour ces auteurs, il s'agirait d'une caractéristique de jeunes sujets normaux et ce serait simplement le reflet d'une meilleure aptitude physique. EHSANI A.<sup>3</sup> a observé que chez un groupe de nageurs, après neuf semaines d'entraînement (douze heures de nage par semaine), il n'y a pas d'altération significative de la fraction d'éjection.

### *I-d Etude de la fonction diastolique*

Nous avons étudié la fonction diastolique à travers les vitesses du flux mitral protodiastolique (onde E) et télé diastolique (onde A) d'une part et le rapport E/A d'autre part. L'augmentation du rapport E/A au-dessus de 1 est un bon indice de la fonction diastolique. Dans notre étude, ce paramètre est supérieur à 1 chez les athlètes par rapport aux témoins sans pour autant atteindre le seuil de signification statistique. La fonction diastolique est donc normale dans les deux groupes. Ce même résultat est observé par COHEN JL.<sup>48</sup>.

La diminution de l'onde A chez nos athlètes a été également observée par COHEN JL.<sup>48</sup> mais pas par FAGARD RH.<sup>46</sup> après une méta-analyse échocardiographique chez des athlètes de diverses disciplines sportives.

## II. A l'effort.

### *II-a caractéristiques hémodynamiques.*

Les moyennes de la pression artérielle étaient plus élevées chez nos athlètes avec une différence significative pour la pression artérielle diastolique. Ces constatations ont été rapportées par de nombreux auteurs<sup>26,27,47,50</sup>. Pour ces auteurs cette augmentation serait due à l'accroissement du débit cardiaque (augmentation simultanée du retour veineux et de la fréquence cardiaque) et la diminution des résistances périphériques totales par vasodilatation dans les muscles en activité. Mais pour MALLION J. et al,<sup>27</sup> dans l'activité statique les pressions artérielles systolique et diastolique augmentent parallèlement avec des accroissements beaucoup plus rapides et plus importants alors que dans l'activité dynamique la pression artérielle diastolique peut augmenter ou demeurer normale. Les variations de la pression artérielle observées chez nos athlètes correspondent à ceux de l'activité statique selon les mécanismes ci-dessus.

La pression artérielle différentielle ne présente pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes. Pour RIEU M. et al<sup>26</sup> la différentielle est d'autant plus marquée que le sujet est entraîné en endurance. En effet, dans l'activité dynamique, on note une augmentation disproportionnée de la pression artérielle systolique par rapport à la pression artérielle diastolique qui peut être normale même à l'effort. Nos sujets ne sont pas suffisamment entraînés en endurance.

La fréquence cardiaque et le pourcentage de la fraction maximale atteinte sont élevées chez nos sédentaires de manière plus significative. De nombreux auteurs ont abouti à la même constatation<sup>26,27,50,51</sup>. L'augmentation du pourcentage de la fraction maximale théorique atteinte dans les deux groupes au-dessus de 50% traduit une qualité d'effort satisfaisante.

Pour SCHAIRER R.<sup>50</sup> et CAHILL NS.<sup>52</sup>, l'augmentation importante de la fréquence cardiaque chez les sédentaires au cours de l'exercice est un processus adaptatif qui leur permet d'accroître le débit cardiaque à l'effort.

En effet, pour un débit cardiaque qui peut augmenter jusqu'à 120%, la fréquence cardiaque croît jusqu'à 100% pour un volume d'éjection systolique qui n'augmente que de 20%.

Le débit cardiaque et l'index cardiaque sont significativement élevés chez nos athlètes par rapport aux sédentaires. De nombreux auteurs<sup>3,47,50</sup> ont décrit ces phénomènes. Pour RIEU M.<sup>26</sup> qui a étudié l'adaptation cardiovasculaire lors de différents types d'exercices (nage, tennis, marathon), cette augmentation du débit cardiaque s'explique par le fait que la fréquence cardiaque croît linéairement par rapport à l'effort, surtout qu'il y a un meilleur retour veineux avec surcharge supplémentaire dans les efforts statiques (ces efforts s'accompagnent souvent d'un blocage respiratoire avec une élévation de la pression abdominale). Dans les efforts dynamiques, il y a veinoconstriction et vasodilatation dans les nombreux groupes musculaires en activité. Le handball comporte ces deux types d'effort. Cette augmentation du débit cardiaque s'explique par les deux mécanismes ci-dessus décrits.

### *II-b. Indices de la fonction systolique*

La fraction de raccourcissement et la fraction d'éjection sont supérieures chez les athlètes sans pour autant atteindre le seuil de signification statistique. Cependant les valeurs sont au-dessus de la normale. BAR-SHLOMO et al<sup>53</sup>, TSUJI H. et al<sup>54</sup>, PERCY RF. et al<sup>55</sup>, RIEU M.<sup>26</sup> ont constaté que les fractions d'éjection et de raccourcissement de plusieurs athlètes (résistants et endurants) étaient significativement plus élevées par rapport aux témoins après un exercice ergométrique.

Une chute de la fraction de raccourcissement inférieure à 28% définit un trouble de la fonction systolique, compte tenu de la reproductibilité et de la stabilité de cet indice par rapport à la fraction d'éjection quoi qu'il ne représente pas vraiment la fonction globale du ventricule gauche. On a noté chez nos sujets des valeurs de fraction de raccourcissement supérieures à 28% au repos. Ces valeurs s'élèvent nettement à l'effort chez les athlètes beaucoup plus que chez les témoins, ce qui traduit une bonne fonction systolique. Pour RIEU M.<sup>26</sup> qui a fait la même constatation, cela cache des comportements individuels. En effet, SHAPIRO LM. et al<sup>56</sup> ont observé qu'il n'y a pas eu de variation de la fraction de raccourcissement au bout de 6 semaines de sport d'endurance.

### *II-c La contrainte pariétale*

La contrainte pariétale méridionale systolique et la contrainte pariétale diastolique sont comparables dans les deux groupes. Les mêmes observations ont été faites par CAHILL NS. et al<sup>52</sup> qui ont comparé un groupe de sportifs d'endurance et de résistance à un groupe contrôle. SCHAIRER R. et al<sup>50</sup> (nageurs et cyclistes), PERCY RF. et al<sup>55</sup> (sportifs d'endurance) ont montré plutôt que le stress pariétal baisse chez les athlètes et les sédentaires à la fin de l'exercice. Pour FAGARD RH. et al<sup>46</sup>, le stress pariétal systolique est constant ou baisse avec l'exercice chez les sédentaires.

Les moyennes de la tension pariétale sont significativement plus élevées chez nos athlètes par rapport aux sédentaires. SHAIRER R. et al<sup>50</sup> ont fait la même constatation. Pour eux, la pression et le volume de charge augmentent la tension pariétale avec pour conséquence l'épaississement pariétal postérieur. Cet épaississement pariétal permet de maintenir constant le stress pariétal aussi bien au repos qu'à la fin de l'effort chez les athlètes et les sédentaires.



**CONCLUSIONS ET  
RECOMMANDATIONS**

## **VII- CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS**

### **1- CONCLUSIONS**

A l'issue de cette étude, les conclusions suivantes se dégagent :

- Les athlètes pratiquant le handball de haute compétition ont seulement un cœur plus lent et plus hypertrophié que les sédentaires, contrairement à certaines disciplines sportives qui induisent en plus une dilatation cavitaire.
- Les fonctions systolique et diastolique sont normales aussi bien chez les handballeurs que chez les sédentaires.
- A l'effort, le débit cardiaque des athlètes est nettement supérieur à celui des témoins. Ceci est le reflet des modifications morphologiques et hémodynamiques induites par l'entraînement.
- La contrainte pariétale est plus élevée chez les handballeurs que chez les sédentaires à l'effort. C'est la traduction d'une pression et d'un volume de charge plus grands chez les sportifs à l'effort.

### **2- RECOMMANDATIONS**

Au terme de notre étude, nous recommandons :

- Qu'une étude d'échocardiographie d'effort couplée à la consommation maximale d'oxygène soit réalisée chez un plus grand nombre de handballeurs des deux sexes et de niveaux de compétition variés.
- Que le suivi médical du sportif camerounais comporte un examen échocardiographique qui pourrait permettre non seulement de faire le diagnostic d'éventuelles pathologies cardiaques, mais aussi de suivre les modifications adaptatives de la pompe cardiaque au processus de l'entraînement.

**REFERENCES ET ANNEXES**



## VIII- REFERENCES ET ANNEXES

### 1- REFERENCES

1. BOSCH E, BIGI G, POIRIER C, BOURGEOIS JM.  
Le ventricule gauche du sportif. Etude échocardiographique.  
Ann Cardiol Angeiol 1980 ; 29 (2) : 105-108.
2. PLAS F. Guide de cardiologie du sport. Paris : Baillière Ed. 1976 : 16-7.
3. EHSANI AA, HAGBERG JM, HICKSON RC.  
Rapid change in left ventricular dimensions and mass in response to physical conditioning and deconditioning. Am J cardiol 1978; 2:54-58.
4. AKIRA TAKESHITA, SUMIE JINGU, TSUTOMU IMAIZUMI YAMAMOTO JUMIHIKO, SAMON KOYANAGI AND MOTOMI NAKAMURA.  
Augmented cardiopulmonary baroreflex control of forearm vascular resistance in young athletes. Circ research 1986; 59:43-48.
5. ÅSTRAND PO, KAARE RODHL. Textbook of work physiology-Physiological bases of exercise. Masson Third Edition 1988; 130-202.
6. BLAIR NL, YOUKER JE, Mc DONALD IG, TELFORD VM, JELINEX VM.  
Echocardiographic assessment of Cardiac chamber size and left ventricular function in aerobically trained athletes. Aust nzj med 1980; 10:540-7.
7. LYNIS G, DOHM, BEECHER R, PATRICK T, STEPHENSON and MEDELYN WOMACK J. Adaptation to endurance training at three intensities of exercise. J Appl physiol 1976; 42(5): 753-757.
8. SNOECKX LH, ABELING HM, LAMBREGTS JA. Cardiac dimensions in athletes in relation to variation in their training program. Eur J Appl physiol 1983; 52:20-8.
9. SUTER E, HOPPELER H, CLAASSEN H, BILLETER R, AEBI U.  
Ultrastructural modification of human skeletal muscle tissue with 6 month moderate-intensity exercise training. Int J Sports Med 1995; 16 (3):160-166.
10. BOUCKAERT J, PANNIER JL and VRIJENS J. Cardio respiratory response to bicycle and rowing ergometer exercise. Eur J appl physiol 1983; 51:51-59.

11. DOMART A , BOURNEUF J. Nouveau Larousse médical.  
Paris : Larousse Ed. 1994 : 355-6.
12. BRION R, SLAMA MA, DRONIOU J. Echocardiographie d'effort et évaluation de la fonction ventriculaire gauche des sportifs. L'information cardiologique 1987 ; 11 :583-88.
13. OUASSOUO P. Contribution à l'étude des caractéristiques anthropométriques des footballeurs africains. Thèse de médecine, Yaoundé 1995.
14. AZABDJI KM. Etude de quelques paramètres anthropométriques et de l'aptitude physique d'un groupe de lutteurs Camerounais. Thèse de médecine, Yaoundé 1997.
15. NDE DJ. Etude échographique de la fonction ventriculaire gauche d'un groupe de Judokas Camerounais. Thèse de médecine, Yaoundé 1998.
16. EYOUNGOU L. Eléments de détection et de sélection du joueur de handball. Mémoire CAPEPS INJS, Yaoundé 1999.
17. BROUSTET JP, MORA B, DOUARD H, SALIOU B.  
Contre indications d'ordre cardiologique à la pratique du sport.  
Cœur et sport 1987 ; 118-22.
18. NOTEBOOM T. Handball : Technique-Pédagogie-Entraînement.  
Paris : Amphora Ed. 1995 : 224-25.
19. POIRIER J, COHEN I, BAUDET J. Embryologie humaine.  
Paris : Maloine Ed. 1973 : 122-28.
20. BURKITT H, YOUNG B, HEATH J. Histologie fonctionnelle weather.  
Paris: Arnette Ed. 1993 : 140-43.
21. ROUVIERE H, DELMAS A. Anatomie humaine descriptive topographique et fonctionnelle. Tome II : tronc. Paris : Masson Ed. 1992 : 125-58.
22. LACOMBE M. Précis d'anatomie et de physiologie humaine.  
Paris : Lamarre Ed. 2000 : 71-78.
23. SCHUER J, TIPTON M. Cardiovascular adaptation to physical training.  
Annu rev physiol 1977; 39:221.
24. MARIE B. Anatomie et physiologie humaine.  
Paris : Deboeck université Ed . 1992 : 626-30.

25. GANONG WF. Review of medical physiology.  
London: Lange Medical Publication Ed. 1985 : 466-70.
26. RIEU M. Adaptation cardiovasculaire lors des différents types d'exercices.  
Cœur et sport 1987 ; 5-19.
27. MALLION J, DE GAUDEMARIS R, SICHE JP. Pratique sportive et hypertension artérielle. Cœur et sport 1987 ; 180-83.
28. HARICHAUX P, MEDELLI J.  $\dot{V}O_2$  max et performance.  
Paris . Chiron Ed. 1990 : 76-91.
29. MOLUH C. Le test de 100 mètres, quatre courses combinées : méthode complémentaire d'évaluation et de suivi de la condition physique de Handballeur.  
Mémoire CAPEPS INJS, Yaoundé 1994.
30. FARCOT JC. Comprendre l'échocardiographie.  
Paris : Editions médicales Ed. 1986 : 15-61.
31. BARRAULT D. Ce que je fais devant un sportif de haut niveau.  
Cœur et sport 1987 ; 224-36.
32. CATHY L. Handball Paris : Amphora Ed. 1990 : 26-27.
33. KEITH P, LARRY A, GARY W, ROSEMARY N.  
Electrocardiographic and echocardiographic Characteristics of female athletes.  
Official Journal of the American College of sports Medicine. 1995; 130-36.
34. MORGANROTH J, MARON B, WALTE L, STEPHEN E.  
Comparative dimension in trained athletes. Ann Internal Med 1975; 82:521-24.
35. ROESKE W, ROBERT A, KLEIN A, LEOPOLD G, KARLINER J.  
Non invasive evaluation of ventricular hypertrophy in professional athletes.  
Circulation 1976; 53 (2): 286-92.
36. SIMONIN A, ADAMEC R, RIGHETTI A. Evaluation des dimensions ventriculaires gauches chez le sportif par l'échographie en M-Mode.  
Med Hyg 1982 ; 40 : 2625-32.
37. WAZANA M, ROOS M, SPRUCH M, EBRI A, SACREZ A.  
Surveillance échocardiographique de sportifs de haute compétition.  
Ann cardiol Angeiol 1990 ; 29 (7) : 515-20.

38. CORNELIUS L, CHARLOTTE L. Geigy scientific tables.  
Arch Intern Med 1982 ; 17:863.
39. DEVEREUX RB, REICHEK N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man: anatomic validation of the method.  
Circulation 1977; 55:613-18.
40. TEICHOLZ LE, KREULEN TH, HERMAN MV. Problems in echocardiographic volume determinations. Am J Cardiol 1976; 37:7-11.
41. REICHEK N, WILSON J, SUTTON MS, PLAPPERT TA. Non invasive determination of left ventricular end-systolic stress : validation of the method and initial application. Circulation 1982; 65:99-108.
42. FORD LE. Heart size Circ Res 1976; 39:297-303.
43. LOFTIN M, ALEXANDER MJ, BORESKIE SL. Heart rate response during handball singles match-play and selected physical fitness components of experience male handball players.  
J Sports Med phys Fitness 1996 Jun; 36 (2): 95-99.
44. CLAUDE B. Handball: la formation du joueur. Paris : Vigot Ed. 1983 : 20-23.
45. COLAN SD, SANDERS SP, BOROW K. Physiologic hypertrophy : effects on left ventricular systolic mechanics in athletes.  
J Am coll cardiol 1987 Apr; 9 (4): 776-83.
46. FAGARD RH, FORSTER T, ORLANDO E. Impact of different sports and training on cardiac structure and function. Cardiol Clin 1992 May; 10 (2) : 241-56.
47. MARON BJ. Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes.  
Ann Inter Med 1999; 130:23-31.
48. COHEN JL, SEGAL KR. Left ventricular hypertrophy in athletes : an exercise-echocardiographic study. Med sci sports Exerc 1985; 17 (6): 695-700.
49. GROSSMAN W, JONES D, Mc LAURIN LP. Wall stress and patterns of hypertrophy in the human left ventricle. J clin Invest 1975; 56:64.
50. SCHAIRER R, KETEVIAN S, JERALD W, PAUL D.  
Left ventricular wall tension and stress during exercise in athletes and sedentary men  
Am J Cardiol 1993; 71 : 1095-98.

51. FRANÇOIS G, MONPERE C, QUILLIET N. Effets de la réadaptation cardiaque sur la performance physique du sujet jeune après infarctus. *Cœur et sport* 1987 ; 194-199.
52. CAHILL NS, O'BRIEN M, RODAHL A, ALLEN JF. A pilot study on left ventricular dimensions and wall stress before and after sub maximal exercise. *Br J Sports Med* 1979 Sep; 13 (3) : 122-9.
53. BAR-SCHLOMO, DRUCK MN, MORCH JE. Left ventricular function in trained and untrained healthy subjects. *Circulation* 1982 Mar; 65 (3) : 484-88.
54. TSUJI H, EBIZAWA T, MORIKAWA Y, KITAMURA N. Influence of exercise training on left ventricular performance investigated by two-dimensional echocardiography. *J Cardiogr* 1986 Jun; 16 (2): 457-64.
55. PERCY RF, CONETTA DA, MILLER AB. Echocardiographic assessment of the left ventricle of endurance athletes just before and after exercise. *Am J cardiol* 1990 May ; 65 (16) : 1140-44.
56. SHAPIRO LM, SMITH RG. Effect of training on left ventricular structure and function. An echocardiographic study. *Br Heart J* 1983 Dec 50 (6) : 534-36.

## 2- ANNEXES

### Fiche Technique N°

Date : ...../...../2000

#### Identification

Nom.....  
Prénom.....  
Age.....  
Profession : .....

#### Antécédents personnels et familiaux

Cardio-vasculaires : .....

Pulmonaires : .....

Toxicologiques : .....

Autres.....

#### Caractérisation de l'activité physique

Durée de la pratique.....  
Progression en six mois.....  
Fréquence d'entraînement par semaine..... mois..... an.....  
Durée de l'entraînement journalier.....  
Types d'exercices réalisés.....

#### Examen Physique

Poids..... Taille..... PA..... FC.....

Cœur.....

Vaisseaux.....

Autres Systèmes.....

Fiche Technique N°

Date ...../...../2000

Nom et Prénom.....

Age.....Poids.....Taille.....

**Recueil des paramètres échocardiographiques au repos**

AO	FR
OG	FE
SIVD	E
PPD	A
VGD	
VGS	VAO

PA.....FC.....

**Recueil des paramètres échocardiographiques à l'effort**

S	DD
P	DS

PA effort .....FCE.....