Dedication

To my big family

To my small family

To whom I love

I dedicate this

research

Acknowledgements

I wish to thank Dr. Alsafi Ahmed Abdalla for his acceptance with opened heart to supervise this study and for his continuous advices and help.

Also I wish to thank Ustaz Suleiman Iraqui for encouraging me to do this study.

I would particularly like to thank Dr. Mohammed Elfadil.

I would like to thank Ustaz Mustafa Zuhair, Ustaz Yousif and Dr. Rayya.

Finally I would like to thank Mr. Yahya for his help.

List of Abbreviations

BP	:	Blood Pressure
CCA	:	Common carotid artery
CT	:	Computed tomography
CW	:	Continuous wave
ECA	:	External carotid artery
ICA	:	Internal carotid artery
IMT	:	Intima-media-thickness
LDL	:	Low density lipoprotein
MRA	:	Magnetic resonance angiography
PD	:	Power Doppler
PW	:	Pulsed wave
PI	:	Pulsatility index
RI	:	Resistive index
TIA	:	PulsTransient ischaemic attack
U/S	:	Ultrasound

Table of Content

Content	Page No.
Dedication	I
Acknowledgements	II
List of Abbreviations	III
Abstract	IV
Arabic Abstract	VI
Table of Content	VIII
Chapter One: Introduction	
1.1 Introduction	1
1.2 Problems	2
1-3 Objectives	2
1.3.1 Main objectives	2
1.3.2 Specific objectives	2
Chapter Two: Literature Review	
2.1 Doppler Ultrasound	3
2.1.1 Doppler Modalities	3
Continuous Wave (CW) Doppler	3
Pulsed Wave (PW) Doppler	4
Colour Doppler Imaging or Colour Flow Imaging	4
Power Doppler (PD) Imaging	4
Duplex Doppler	6
Triplex Doppler	6
2.1.2 Spectral Analysis	6
Resistive Index (RI)	7
Pulsatility Index (PI)	7
2.2 Systemic Hypertension	8
Causes	8
2.2.1 Essential Hypertension	9
Role of Renin – Angiotension – Aldosterone Axis	9
2.2.2 Secondary Hypertension	12
Causes of Secondary Hypertension	12
I- Renal Causes	12
II- Endocrine Causes	12
III- Cardiovascular Causes	13
IV- Drugs	13
2.3 Malignant Hypertension	13
2.4 Complications of Hypertension	14
2.4.1 Cerebrovascualr Disease	14
2.4.2 Transient Ischaemic Attack (TIA)	15

2.5 Vascular Anatomy of the Brain and Cerebral Circulation 15
2.5.1 Common Carotid Arteries 15
2.5.2 Relations 16
2.5.3 External carotid artery 16
2.5.3.1 Relations 16
2.5.3.2 Branches 16
3.5.4 Internal carotid artery 17
3.5.4.1 Relations 17
2.5.5 Vertebral Arteries 19
2.6 Atherosclerosis 20
2.6.1 Definition 20
2.6.2 Independent risk factors for Atherosclerosis 21
2.6.3 Diagnosis of atherosclerosis 21
2.6.4 Pathophysiology of Atherosclerosis in brain circulation 21
2.6.5 Atherothrombotic Disease of the Internal Carotid Artery and its Branches 22
2.7 Carotid Arteries and Ultrasound: 24
2.7.1 Indications for Carotid Artery Ultrasound 24
2.7.2 Identification of Internal and External Carotid Arteries 24
2.7.3 The External Carotid 25
2.7.4 Internal Carotid Artery 27
2.7.5 Measuring the Intima-medial Thickness (IMT) 27
2.7.5.1 Arterial Anatomy 27
2.7.6 Assessment of Disease 29
2.7.6.1 Measurement of the degree of stenosis 29
2.7.6.2 Carotid Occlusion 30
2.7.6.3 Plaque Characterization 31
2.7.6.4 The Complications Associated with Plaques Include 34
2.7.7 Problems and Pitfalls in Ultrasound 34
A- Technique related 34
B- Disease related 34
2.7.8 Accuracy of Doppler Ultrasound to Other Techniques 36
2.7.8.1 Arteriography 36
2.7.8.2 Magnetic Resonance Angiography and Computed Tomography 36
2.8 Relevant Previous Studies 37

Chapter Three

Doppler Ultrasound Study of Carotid Arteries

3.1.1 Scanning Machines 41
3.1.2 Scanning Technique 41
3.1.3 Basic Steps in the Examination 42

Chapter Four

Results

Study Cases 43

Chapter Five

5.1 Discussion 55
5.2 Conclusion 58
5.3 Recommendations 59
References 60
Appendices

ملخص البحث

هدفت هذه الدراسة إلى تقويم دقة الموجات فوق الصوتية في تشخيص تأثيرات ضغط الدم المرتفع في الشرايين السيانية المغذية للمخ. تم جمع المعلومات في الفترة من يناير 2009م إلى أغسطس 2009م من خلال الكشف الطبي على 40 مريض

مصابين بارتفاع ضغط الدم الأولي في ولاية الخرطوم ومتابعتهم الطبية بمركز الإنقاذ الطبي بالخرطوم بحري. متوسط أعمار المرضى 56 سنة ونصفهم ذكور.

في هذه الدراسة تم استبعاد المرضى المصابين بارتفاع ضغط الدم الثانوي، أمّا مرضى السكري المصابون بارتفاع ضغط الدم وعددهم ستة فلم يتم استبعادهم.

اعتمدت الدراسة على الفحص بالموجات فوق الصوتية على الشرايين السيانية للمرضى المصابين بارتفاع ضغط الدم الأولي والتعرف على سمك الجدار الداخلي للشرايين، قطر التجويف الداخلي للشرايين ومقاومة سريان الدم داخل الشرايين والعلاقة بينهم.

أظهرت نتائج البحث ازدياد سمك الجدار الداخلي للشرايين (IMT) في 65% من المرضى (26 مريض) وأنّ 20% من المرضى في الحد الأقصى الطبيعي (السمك الطبيعي 0.08 سم). وقد تراوحت قياسات سمك الجدار الداخلي من 0.05 سم إلى 0.18 سم للشريان السياني الأيمن ومن 0.04 سم إلى 0.15سم للأيسر. أمّا التجويف الداخلي للشرايين السيانية فقد تراوح القطر من 0.48 سم إلى 0.98 سم (المتوسط 0.74 سم) للشريان الأيمن ومن 0.46 سم إلى 0.91 سم (المتوسط 0.73 سم) للشريان الأيسر.

لقد وضح من هذه القياسات أنه توجد علاقة واضحة بين سمك الجدار الداخلي وقطر التجويف الداخلي للشرايين السيانية حيث أنّ سمك الجدار الداخلي يتناسب تناسباً عكسياً مع قطر التجويف الداخلي للشرايين. أمّا بالنسبة لمؤشر المقاومة للشرايين (RI) ومؤشر نبض الشرايين (PI) وكلاهما معنيان بالمقاومة الداخلية لسريان الدم ويحسبان بدقة بواسطة جهاز الموجات فوق الصوتية فقد تراوح مؤشر المقاومة من 0.51 إلى 1.0 ومؤشر نبض الشرايين من 1.01 إلى 4.82 بالنسبة للشريان السياني الأيمن. أمّا الشريان السياني الأيسر فقد تراوحت قيم مؤشر المقاومة من 0.41 إلى 0.99 ومؤشر نبض الشرايين من 0.44 إلى 4.25.

قد أوضحت هذه الدراسة أنّ هناك علاقة جيدة بين سمك الجدار الداخلي (IMT) ومؤشر المقاومة (RI) وبين سمك الجدار الداخلي (IMT) ومؤشر نبض الشرايين (PI) بالنسبة للجانبين الأيمن والأيسر حيث أنّ سمك الجدار الداخلي يتناسب تناسباً طردياً مع مؤشر المقاومة ومع مؤشر نبض الشرايين.

أيضاً أوضحت الدراسة أنّ هناك علاقة جيدة بين التجويف الداخلي للشرايين ومؤشري المقاومة ونبض الشرايين حيث أنّ التجويف الداخلي يتناسب طردياً مع مؤشر المقاومة ومع مؤشر نبض الشرايين بالنسبة للشريان السياني الأيمن وتناسباً عكسياً مع الشريان الأيسر، وهذا يعني أنّ الشريانين لهما سلوك مختلف من ناحية المقاومة الداخلية للشرايين في المرضى المصابين بارتفاع ضغط الدم الأولي.

أخيراً أظهرت الدراسة ترسب الدهون في الشرايين السيانية لمريضين اثنين فقط، في الأول ترسيب الدهون في الشريان السياني الداخلي الأيمن وفي الثاني في الشريان السياني الداخلي الأيسر.

ختاماً يمكن القول أنّ هذه الدراسة أثبتت قوة العلاقة بين ارتفاع ضغط الدم الأولي – تصلب الشرايين وسلامة الشرايين السيانية.

Abstract

The aim of this study is to evaluate the accuracy of Doppler ultrasound in detecting the impact of essential hypertension on carotid arteries.

This study had been done among 40 Sudanese hypertensive patients from Khartoum North province. All patients were under medical treatment. The average age of these patients is 56 years and 50% of them are males.

All patients were suffering from essential hypertension and those with secondary hypertension were excluded from the study. Diabetic hypertensive patients were not excluded from the study and their total number was six.

The study depends on practical scanning of the carotid arteries of all the patients and based on different parameters which are: Intima-Medical-Thickness (IMT), Calibre, Resistive Index (RI) and Pulsatility Index (PI) of the carotid arteries and the correlation between these parameters.

The results showed increased IMT in 65% of the patients (26 patients), while 20% of the patients (8 patients) showed marginal thickness (normal value of IMT is less than 0.08 cm). In this study the IMT ranges from 0.05 cm to 0.18 cm (mean 0.086 cm) for the right CCA artery, and from 0.04 cm to 0.16 cm (mean = 0.091 cm) for the left CCA. The calibre of the right CCA ranges from 0.48 cm to 1.02 cm (mean 0.74 cm) and the calibre of the left CCA ranges from 0.46 cm to 0.91 cm (mean 0.73 cm).

A good correlation between the IMT and the calibre in both carotid arteries was noted (IMT is inversely proportional to calibre).

The resistive index (RI) and the pulsatility index (PI) which both correspond to the impedence of the blood flow in the vessels were calculated by the ultrasound machine.

For the right CCA the (RI) ranges from 0.51 to 1.0 and the PI ranges from 1.01 to 4.82 while for the left CCA the RI ranges from 0.41 to 0.99 and the PI ranges from 0.44 to 4.25.

The study showed a good correlation between the IMT and the RI and between the IMT and PI in both common carotid arteries (the IMT is directly proportional to the RI and to the PI).

Also the study showed a good correlation between the calibre of CCA and both the RI and the PI.

For the right CCA, the calibre is directly proportional to the RI and to the PI, while the correlation is reversed for left CCA. This means the two blood vessels behave differently in hypertensive patients.

Finally the study showed atherosclerotic plaques in two patients. In one patient the plaques were seen at the origin of the right CCA and for the other patient at the origin of the left CCA.

In summary this study evaluated the power of association of systemic hypertension – atherosclerosis and the integrity of carotid arteries.