

الجهد البدني و الجهاز القلبي الوعائي

مواصفات القلب

يعتبر القلب عضو عضلي ذو أربعة تجاويف موجود في جوف الصدر يحتل الناحية الوسطى الواقعة ما بين الرئتين وهو مخروطي الشكل تقع قمته في الزاوية اليسرى السفلى وتسمى بقمة القلب بينما تقع قاعدته في الزاوية اليمنى العليا . يقع القلب بشكل مائل نحو الأسفل واليسار بحيث يكون حوالي ثلثي القلب إلى اليسار من الخط الناصف للجسم ، ويكون حجمه مساويا لحجم قبضة اليد أما وزنه فيتراوح ما بين (250-350) غم ، كما ينقسم طولياً بحاجز يعزل النصف الأيمن عن الأيسر ويتكون من ألياف عضلية خاصة مخططة لا إرادية ويوجد في القلب أربعة تجاويف وثلاث سطوح (وجوه) وقمة ويتألف من أربعة حجرات ويحاط بغشاء التامور .

الدورة الدموية الكبرى و الصغرى :

الدورة الدموية الصغرى :

وهي جزء من جهاز القلب والأوعية الدموية والتي تحمل الدم غير المؤكسج بعيداً عن القلب إلى الرئتين ، وتُعبد الدم المؤكسج إلى القلب ثانيةً . وهذا خلاف ما يحصل في الدورة الدموية الكبرى. يُغادر الدم غير المؤكسج الجزء الأيمن من القلب عن طريق الشرايين الرئوية التي تذهب بالدم إلى الرئتين ، وهناك تقوم كريات الدم الحمراء بتحرير غاز ثنائي أكسيد الكربون و تتحد بالأكسجين خلال عملية التنفس . يُغادر الدم المؤكسج الرئتين عن طريق الأوردة الرئوية ، والتي تصب في الجزء الأيسر من القلب ، وبذلك تكتمل الدورة الدموية الصغرى (الرئوية) . بعدها يتم توزيع الدم إلى أنحاء الجسم كافة عن طريق الدورة الدموية الكبرى قبل أن يرجع ثانيةً إلى الدورة الدموية الصغرى و الدورة الدموية الصغرى تكون مُهملة في الجنين .

الدورة الدموية الكبرى:

وهي جزء من جهاز القلب والأوعية الدموية والتي تحمل الدم المؤكسج بعيداً عن القلب إلى بقية أنحاء الجسم ، وتعيد الدم غير المؤكسج إلى القلب ثانيةً. وهذا هو بعكس ما يحصل في الدورة الدموية الصغرى. يُغادر الدم المؤكسج - القادم من الرئة - القلب عن طريق الشريان الابهر من هناك ينتشر الدم المؤكسج إلى جميع أعضاء الجسم وأنسجته التي تمتص الاوكسجين عبر الشرايين والأوعية الدموية الشعرية يتم امتصاص الدم الغير مؤكسج عن طريق الأوردة الصغيرة ثم الأوردة الأكبر ثم تنقلها إلى الوريدين الأجوفين الأعلى والأسفل ، والتي تصب في الجزء الأيمن من القلب وبذلك تكمل الدورة بعدها يتم إعادة أكسجة الدم عن طريق ذهابه إلى الرئتين عن طريق الشريان الرئوي والتي تسمى الدورة الدموية الصغرى و بعدها ترجع إلى الدورة الدموية الكبرى .

العوامل المؤثرة على ضربات القلب :

إن المعدل الطبيعي لضربات القلب للإنسان تكون بحدود (70-80) ض/د ولكن لا يمكن التحدث عن نبض واحد للأفراد وهذا يعتمد على :

1. العمر : يكون بحدود (130-150) ض/د عند الولادة ، وينخفض إلى 120 ض/د في السنة الأولى و 90 ض/د عند عمر الـ 10 سنوات ويستقر بالانخفاض إلى أن تحصل زيادة بسيطة في فترة المراهقة نتيجة للإفرازات الهرمونية والانفعالات إلا انه يعود للانخفاض في سن (17-18) ليصل إلى (72-75) ض/د ثم بزيادة العمر لمرحلة الرجولة المتأخرة يرتفع النبض لمعدل (80-90) ض/د .

2. **أوقات اليوم الواحد :** تنخفض في ساعات النوم إلى (10-30%) ض/د عن معدله في اليقظة ، أما عند الاستيقاظ فاقلها عند ساعات الصباح الباكر ثم ترتفع وقت (12-14) بعد الظهر ثم تنخفض في المساء (16-19) مساءً وهذا مهم جدا في تحديد وقت الوحدة التدريبية بشكل ينسجم مع الكفاءة البيولوجية .

3. **الجنس :** بسبب كفاءة الأجهزة الحيوية الجسمية وحجمها وكتلتها وقياساتها الأخرى يحصل ارتفاع في ضربات القلب لدى النساء عن الرجال ، إذ أن صغر حجم عضلة القلب لدى الإناث وصغر تجاويف حجرتها فضلا عن كبر حجم الدم لدى الرجال الأمر الذي يؤدي إلى سد حاجة الجسم من النقص في الدم المؤكسج من خلال زيادة عدد الضربات .

4. **وضع الجسم :** عند الاستلقاء ينخفض عما هو عليه في الجلوس والأخير أقل من حالة الوقوف والاختلاف يكون بين (1-5) ض/د والأهمية تكمن في الاهتمام بالانسجام في الشدة والحجم أثناء التمرين البدني والمهاري لما له من تأثير يرفع معدل ضربات القلب ويتضح ذلك في تمارين رفع الأثقال وبناء الأجسام التي تؤدي بأوضاع مختلفة .

5. **الحرارة :** إن ارتفاع درجة حرارة الجسم والمحيط تزيد من ارتفاع ضربات القلب والعكس بالعكس وتبرز الأهمية في إعداد المناهج التدريبية في الصيف عنها في الشتاء لأن له التأثير على الكفاءة الوظيفية .
المرتفعات : في المرتفعات ينخفض الضغط الجزئي للأوكسجين مما يقلل من تشبع الهيموغلوبين بالأوكسجين الأمر الذي يؤدي إلى زيادة ضربات القلب لتعويض الجسم من النقص الحاصل لذا يجب التدرج في الصعود للمرتفعات لأحداث التكيف وعدم إضافة أعباء على القلب بصورة مباشرة .

7. **الضغط الأذيني :** ويسبب زيادة في سرعة ضربات القلب وينتج جزء من هذه الزيادة عن التأثير المباشر لزيادة حجم الأذين الذي يمدد العقدة الجيبية وهو يؤثر على زيادة سرعة القلب (15%) كما تنتج الزيادة الإضافية في السرعة عن منعكس (بينبريدج) إذ تنقل الإشارات الواردة من مستقبلات التمدد في الأذين التي يولدها منعكس بينبريدج خلال النخاع المستطيل الذي يزيد سرعة القلب من خلال الأعصاب السمبثاوية .

8. **الحوافز العصبية :** حيث تأتي من الأعصاب السمبثاوية والباراسمبثاوية لتتحكم بمعدل ضربات القلب حيث الأول يزيد منها والآخر يثبطها وكلاهما يكون متوازنا تبعاً لحاجة الجسم من الدم ، ففي الأحوال الكبيرة تزيد الأعصاب السمبثاوية من تنبيهاتها إلى حد معين يقوم الباراسمبثاوي بتثبيطها .

9- **التمرين البدني :** حيث أن التدريب المنظم لـ 3 سنوات يخفض معدل ضربات القلب وكذا إذا استمر التدريب المنظم يؤدي إلى انخفاض أكثر .

التدريب الرياضي وأثره على القلب التغيرات الوظيفية والتكوينية :

تحصل تغيرات في حجم وكتلة ووزن وعضلة القلب وسمك جدرانها كتهينة للظروف اللازمة للدم العائد وضخه إلى جميع أجزاء الجسم وتشمل هذه التغيرات الصامات القلبية بأجمعها والتي يجب أن تتناسب هي الأخرى مع الزيادة الحادثة فيه مثلاً الزيادة الحاصلة في قطر جذع الشريان الأبهري نتيجة التدريب المنظم والمستمر يؤدي إلى كبر الصمام الهلالي لكي يضمن عمله في أحكام الإغلاق وعدم عودة الدم بالاتجاه المعاكس ، أن النشاط الرياضي الطويل والمنظم يكون تأثيره على البطين الأيسر أكبر من باقي أجزاء الجسم .

يحصل نمو في عضلة القلب إذا كانت معدلات الأيض البنائي أكبر من معدلات الأيض الهدمي فيما يحصل الضمور إذا قل المعدل البنائي وهذا ما يحدث عند الانقطاع عن التدريب أو في حالة الإصابة الرياضية ، أن انعكاس هذه العملية على عضلة القلب هو بزيادة حجم وكتلة وسمك ألياف العضلة القلبية وخصوصاً في تدريبات المطاولة العامة بشدة متوسطة والتي ترفع من معدل ضربات القلب وحجم الحفظة والذي يسمح بإيصال الغذاء والأوكسجين بصورة كافية للألياف العضلية القلبية عن طريق الشريان الإكليلي .

أن هذه الزيادة في حجم مقاطع الألياف العضلية هي بسبب :

- 1-زيادة في بناء البروتين العضلي.
- 2-زيادة عدد بيوت الطاقة وزيادة مساحتها ومخزونها من الطاقة.
- 3-زيادة كمية الهيموجلوبين (حامل الأوكسجين) في القلب على الرغم من اعتماد تحرير الطاقة في عضلة القلب بالطريقة الهوائية ، ولكن في حالات التغيير السريع تستغل لسد النقص الحادث.
- 4-زيادة تخزين الطاقة.
- 5-زيادة خائر الطاقة.
- 6-زيادة الأنزيمات.
- 7-كبر المقاطع العرضية للشريان والأوعية الدموية وتفتح أوعية شعرية جديدة في العضلة القلبية.

تأثير التمرين وانقطاعه على عضلة القلب

أن نسبة تأثير التدريب الرياضي على عضلة القلب تتراوح بين (30-60%) والباقي يترك للنضج والوراثة إذ أن التدريب المستمر يزيد من بروتينات الليف العضلي وان عملية زيادتها في العضلة بسبب تفسخ ونقصان في كمية بروتينات التقلص وإيقاف عمل عدد من بيوت الطاقة مسببة صغر المقطع العرضي للليف العضلي وبالتالي المقطع الكلي للعضلة وهذا ما نلاحظه في قلوب جميع الرياضيين ولا سيما لاعبي التحمل التي تمتاز قلوبهم بكبر التجاويف والحجم والوزن الكبير فأن الطول الحادث في الألياف والتمدد لاسيما في طور الانبساط النهائي يتراجع بسبب الانقطاع عن التدريب إذ يقل حجم ووزن العضلة وكتلتها وقطر الانبساط النهائي وقطر التقلص النهائي بشكل ينسجم مع كمية الدم العائد للقلب ومستوى الحوافز العصبية السمبثالية لقوة التقلص وحاجة الجسم من الدم الدائر فيه بل يسري ذلك حتى على انخفاض في حجم الدم وعدد كريات الدم الحمراء وحجم الهيموجلوبين إلى الوضع السوي تقريبا.

- أن ذوي الأعمار التدريبية الطويلة تكون الوظيفة التراكمية الناتجة عن التدريب المنظم لديهم بطيئة الفقدان نتيجة الانقطاع عن التدريب مقارنة بذوي الأعمار التدريبية القليلة أو غير المدربين حيث أن التكيف لدى الممارسين يفقد يبطئ وأثاره تبقى حتى مع تقدم العمر على الرغم من انخفاض في جميع القدرات الوظيفية ولكنها الأفضل مقارنة مع غير الممارسين .

- قياسات عضلة القلب لا تتغير كثيرا لدى المتدربين على القوة الثابتة إذ هي تكون مقارنة لأحجام وأوزان الأصحاء لان طبيعة التدريب لا يتطلب تدفق الدم لفترات طويلة كما في فعاليات التحمل ولكنه يصاحب ذلك زيادة في سمك الحاجر للبطين وسمك الجدار الخلفي لعضلة القلب ولا سيما البطين الأيسر كما أن معدلات ضربات القلب تنخفض إذ تتراوح بين (65-70%) ض/د إذ أن استخدام تمارين القوة الثابتة لاحتاج أثناء العمل أن يدور الدم بصورة كبيرة لاعتمادها على تحرير الطاقة لا أوكسجينياً، أما في التقلص المتحرك فأن الأداء يسمح بجريان الدم بشكل أفضل من التقلص الثابت مع ارتفاع في معدل ضربات القلب وأن كان أقل من التقلص الثابت ،

- ويكون الدين الأوكسجيني قليلا بالمقارنة مع سابقه وعدم الارتفاع في مستوى حامض اللاكتيك مع زيادة الدم العائد وعليه فان التمارين ذات التقلص المتحرك تزيد اتساع تجاويف عضلة القلب بشكل أكبر مما عليه في تدريبات التقلص الثابت.

- يلاحظ في أنظمة إنتاج الطاقة (الفوسفاجيني - اللاكتيكي - الهوائي) أن الجهد البدني له تأثير على قطر الأذين الأيسر - وهذا يعود للتمدد في قطر الأذنين والتي تحفز الجيبية لزيادة معدل ضربات القلب ولكن يلاحظ أن تلك الزيادة في القطر منسجمة مع الارتفاع بمعدل الضربات القلبية إذ أنه في النظام الهوائي هي أقل قطرا مما هو عليه في النظامين الآخرين (اللاكتيكي - الفوسفاجيني)

- ودلت بعض الدراسات على تغيير في اتساع قطر البطين الأيسر - بزيادته بعد أداء الجهد ولا سيما الهوائي، أما في النظامين الآخرين فأن ذلك أمرا طبيعيا كون ارتفاع معدل ضربات القلب ينسجم وفق حوافز الجهاز العصبي المركزي والذي يتماشى مع زيادة الجهد البدني وهو أكثر شدة في النظامين (اللاكتيكي - الفوسفاجيني) .

التغيرات التكوينية في القلب :

أثر التدريب الرياضي علي حجم و وزن القلب :

لقد ارتبطت زيادة حجم القلب بزيادة النشاط الحراري ، وقد ساعدت طريقة الأشعة في التعرف علي تأثيرات التدريب الرياضي علي حجم القلب منذ بداية القرن العشرين وبالرغم من ذلك فقد أمكن في الآونة الأخيرة فقط التعرف علي ميكانيكية زيادة حجم القلب لدي الرياضيين حيث وجد أن :

1. حجم القلب أثناء الانقباض مع المجهود أصغر من انقباضه أثناء الراحة ويرجع ذلك نتيجة تنبيه العصب السمبثاوي للدورة الدموية أثناء المجهود وكذلك مدي ما يسحب من كمية الدم الاحتياطي .
2. زيادة حجم القلب ووزنه عن القلب العادي وذلك لزيادة حجم الألياف القلبية وليس عددها.
3. يعمل التدريب علي تكيف القلب فسيولوجيا لعباء المجهود الذي يلقي عليه ويجعل القلب علي مستوي عالي من القدرة والكفاءة
4. زيادة سعة القلب وسمك عضلته وحجراته .
5. زيادة عدد الشعيرات الدموية المغذية للعضلات حتى تواجه الزيادة في حجم القلب .
6. قلة عدد ضربات القلب / ق سواء أثناء الراحة أو المجهود في القلب الرياضي عن القلب العادي حوالي 30 / ق ضربة نتيجة لطول فترة الانبساط .
7. سرعة عودة القلب الرياضي إلي حالته الطبيعية بعد المجهود .

التغيرات الوظيفية في القلب :

1. معدل نبض القلب أثناء التدريب :

عند البدء في التدريب يزداد معدل القلب مباشرة وترتبط نسبة الزيادة بشدة التدريب ويستدل علي شدة التدريب بنسبة استهلاك الأكسجين كلما زاد معدل القلب ازداد استهلاك الأكسجين والرياضيون عموما يظلون متنقلين من أقصى إلي أقصى مع استمرار التدريب السليم وعلي ذلك فالتقديرات لأقصى معدل نبض للقلب لدى الرياضيين تتغير علي الدوام ما دام هؤلاء الرياضيون مستمرين في برامجهم التدريبية ويساعد علي زيادة معدل القلب الأقصى إلي أربعة عوامل وهما :

1. حجم الدم الوريدي العائد للقلب .
2. السعة البطينية .
3. الضغط الشرياني الأورطي والرئوي .
4. الانقباض البطيني .

2. زيادة الدفع القلبي :

أثناء التدريب الرياضي نجد أن العصب السمبثاوي المغذي للقلب يزداد من عدد نبضات القلب/ق وبالتالي فإن تيار الدم العائد إلي الأذين الأيمن يزداد ونتيجة لذلك يزداد الدفع القلبي /ق ولتوضيح ذلك إذا كانت سرعة النبض أثناء الراحة حوالي 70 نبضة / ق وحجم الدم الذي يدفعه القلب للنبضة الواحدة حوالي 70 مل لتر دم ، فإن حجم الدم يعني $70 \times 70 = 4900$ مل لتر دم أي حوالي 5 لترات / ق . أي أن الدم كله يدور في الجسم دورة واحدة تقريبا/ ق .

أما أثناء التدريب الرياضي العنيف فإن القلب ينبض حوالي 195 نبضة / ق ، ويزداد حجم الدم المدفوع في كل مرة حوالي 150 مل لتر دم فيصل حجم الدم في الدقيقة 29.500 مل لتر أي حوالي 30 لتر في الدقيقة وعلي ذلك نجد أن الدم يدور بالجسم حوالي ست مرات في الدقيقة وبناء عليه فإن زيادة الدفع القلبي في الدقيقة يحدث نتيجة زيادة كلا من سرعة النبض وحجم الدم في كل نبضة .

3. زيادة حجم الضربة في التدريب :

أن العوامل الأربعة السابق ذكرها في معدل القلب أثناء التدريب تساعد علي زيادة حجم الضربة من الدم ومعظم العلماء والباحثين اتفقوا أن حجم الضربة تتزايد مع معدلات الزيادة في الجهد وعلي الرغم من أن تفسير هذه الزيادة ليست كاملة وأحد هذه التفسيرات حسب قانون فرانك _ ستارلنج

وتزداد حجم الضربة حوالي من 40 _ 60% أثناء التدريب بمعنى أن الفرد غير المدرب يكون حجم الضربة لديه من 50_60 مل لتر وقت الراحة وعندما يبذل جهد يصل حجم الضربة إلي 100 - 120 مل لتر دم .

مراحل تكيف القلب للمجهود البدني :

1. المرحلة الانتقالية:

وتتراوح من 1 _ 3 ق/ يحاول القلب فيها إمداد الجسم باحتياجاته من الدم في هذه الأثناء تزداد معدلات عمل القلب .

2. المرحلة الثابتة :

المرحلة الثابتة وهي استمرار عمل القلب بمعدلاته الجديدة بشكل ثابت لإمداد الجسم باحتياجاته من زيادة أو نقصان في تلك المعدلات .

3. مرحلة الشفاء :

مرحلة الشفاء وهي عودة معدلات عمل القلب إلى حالتها الطبيعية بعد الانتهاء من المجهود ويلاحظ أنه إذا أزداد المجهود تدريجيا في المرحلة الانتقالية تتأخر مرحلة الشفاء نظرا لاستمرار زيادة معدلات عمل القلب بما يتناسب مع زيادة المجهود إلا أنه إذا ثبت المجهود وصل الفرد إلى مرحلة الشفاء بعد 1 _ 3 دقائق .

التغيرات و التكيفات الفسيولوجية لعضلة القلب المصاحبة للجهد البدني:

أولا: التغيرات الفسيولوجية :

- 1- زيادة مساحة المقطع العرضي للقلب .
- 2- التناسب العكسي فيما بين حجم القلب ومعدل النبض .
- 3- اتساع الشريانان التاجيان المغذية لعضلة القلب بالغذاء والأكسجين .
- 4- زيادة قوة انقباض العضلة القلبية .
- 5- ارتفاع معدل الناتج القلبي وضخ كمية أكبر من الدم بأقل عدد من الضربات .
- 6- زيادة سمك البطين الأيسر بتقدم العمر التدريبي والحالة التدريبية

ثانيا: التكيف الفسيولوجي :

- 1- القدرة على التكيف وبسرعة مع العبء الملقى عليه .
- 2- سرعة الاستجابة للتأثيرات العصبية المنبهة لحجم الضربة ومعدل القلب .
- 3- التناسب فيما بين معدل القلب وبين نوع النشاط الرياضي التخصص الممارس في حالة الراحة وأثناء النشاط .
- 4- التناسب فيما بين ضغط الدم الانقباضي وضغط الدم الانبساطي وبين نوع النشاط الممارس.
- 5- زيادة الفترة الفاصلة بين كل انقباضه قلبية وأخرى .
- 6- سرعة عودة اللاعب إلى الحالة الطبيعية بانتهاء الجهد البدني .

القلب الرياضي :

تفسير حول الظاهرة .

نستعرض فيما يلي التحليل الخاص لأسباب حدوث ظاهرة القلب الرياضي من خلال استنادنا إلى عدد كبير من الحقائق والتفسيرات العلمية التي يمكن تلخيصها فيما يلي :

- ❖ الحقيقة التي تنص على أن : "العضو الذي يعمل ينمو ويتطور والعضو الذي لا يعمل ينكمش ويضمّر" ويعتبر النشاط والجهد البدني محفزاً قوياً لنشاط وعمل القلب ، وبالتالي تكون زيادة حجم القلب نتيجة معبرة عن تلك الحقيقة .
- ❖ القلب عضلة - كالععضلات الهيكلية - تنمو وتزداد حجماً بالتدريب ، وزيادة عمليات انقباض وانبساط عضلة القلب وخاصة تحت تأثير الجهد البدني ، تحدث تغيراً مرفولوجياً في القلب كعضلة يترتب عليها زيادة الحجم .
- ❖ القلب كمضخة للدم ، يحتاج الرياضيون إلى دفع كميات كبيرة من الدم لمواجهة الأعباء البدنية والفسيولوجية المطلوبة لممارسة الرياضة أو النشاط البدني ، وقد تصل الحاجة إلى مقدار دفع قلبي يعادل ثلاثة أو أربعة أضعاف كمية الدم الموجودة بالجسم في بعض حالات الجهد البدني (15-20 لتر /ق)ووفقاً لقانون " ستارلينج " starling يمكن للقلب الرياضي دفع كميات الدم المطلوبة تحت تأثير الجهد البدني نتيجة زيادة تمدد ألياف عضلة القلب إلى أقصى - حدودها التشريحية - الوظيفية ، وهذا ما يميز الرياضيين عن غيرهم .
- وتبعاً لتكرار عمليات التدريب الرياضي تزداد ألياف العضلة القلبية تمداً وقوة في نفس الوقت وبالتالي تحدث الزيادة في حجم القلب .

- ❖ تمدد ألياف عضلة القلب لدى الرياضيين سوف ينتج عنه اتساع تجاويف القلب (حجرات القلب) بشكل عام واتساع البطينين بشكل خاص والمحصلة النهائية لذلك هي أيضاً زيادة حجم القلب .

- ❖ يتدرب الرياضيون تحت تأثير أحوال تدريبية تشكل ضغطاً كبيراً على وظائف القلب ، يصل في بعض مستويات الحمل إلى ما يمثل تحدياً حقيقياً لقدرات القلب القصوى ، فحركات التدريب التي قد تصل إلى 10 أو 12 جرة في الأسبوع بمعدل

ساعة ونصف إلى ساعتين تقريبا في الجرعة التدريبية الواحدة وأحجام التدريب التي قد تصل إلى ما يقارب من 40 كيلومترا في برامج تدريب لاعبي المضمار يوميا ،وشدة حمل التدريب والمنافسة التي تمكن اللاعب من تحطيم أرقاماً زمنية قياسية في عدو أو سباحة المسافات القصيرةوغيرها من أنواع الرياضيات تستلزم زيادة في قوة انقباض عضلة القلب ،وتحدث قوة الانقباض تلك نتيجة الزيادة المورفولوجية في سمك ألياف عضلة القلب وخاصة البطينين .

مثل رياضيات التحمل (جري الماراتون ،اخترق الضاحية،سباحات جري المسافات الطويلة ،سباقات الدراجات ،التجديف ..وغيرها)نوعا خاصا من الجهد البدني الذي يتميز بالتكرار لفترة طويلة من الوقت في مواجهة مقاومات تتمثل في (ثقل الجسم -تيارات الهواء والرياح -مقاومة الماء -مقاومة الاحتكاك بالأرض في الدراجات)وقد يصل زمن الجهد المتواصل في مثل تلك الرياضات إلى ما يزيد عن الساعة ويمتد إلى عدة ساعات وهذا يتطلب نوع من الكفاءة الخاصة لعضلة القلب تتكيف فيها للمتطلبات والأعباء البدنية بنوعي التغير : المورفولوجي والفيسيولوجي على السواء .