 **Universität Zürich**
Abteilung Kardiologie
Klinik für Kleintiermedizin

Universität Bern | Universität Zürich
vetsuisse-fakultät

Angeborene Herzfehler beim Hund

Tony Glaus
Leiter Kardiologie Vetsuisse UZH

1

Medizinische Begriffserklärung

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Ventrikel = Hauptkammer• Atrium = Vorhof• Aorta = Hauptschlagader• Pulmonalarterie = Lungenschlagader• AV-Klappen = Atrioventrikularklappen = Mitral und Trikuspidal = zwischen Atrium und Ventrikel• Semilunarklappen = Halbmondklappen = Aorten- und Pulmonalklappe = zwischen Ventrikel und Aorta / Pulmonalarterie | <ul style="list-style-type: none">• Myokard = Herzmuskel• Perikard = Herzbeutel• Septum = Scheidewand (Vorhof und Hauptkammer)• Systole = Austreibphase• Diastole = Füllungsphase• Regurgitation = Rückfluss• Stenose = Verengung• Shunt = Kurzschluss /Querverbindung/Umgehung |
|---|--|

2

Ein paar Abkürzungen

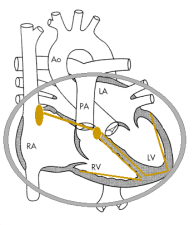
| | |
|-----------|-----------------------------------|
| • SAS, | Subaortenstenose |
| • PS, | Pulmonalklappenstenose |
| • PDA, | offener Ductus arteriosus Botalli |
| • VSD, | Ventrikelseptumdefekt |
| • ASD, | Vorhofseptumdefekt |
| • PFO, | offen bleibendes Foramen ovale |
| • TD, | Tricuspidalklappendysplasie |
| • LV, RV, | linker, rechter Ventrikel |
| • LA, RA, | linker, rechter Vorhof |
| • Ao, PA | Aorta, Pulmonalarterie |

3

Herzanatomie, schematisch

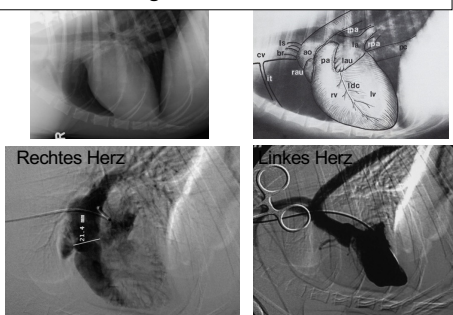
- 2 Vorhöfe RA und LA
- 2 Hauptkammern RV und LV
- 2 Hauptgefäße Ao und PA
- 4 Klappen
 - Mitralf-, Tricuspidal-
 - Aorten-, Pulmonal-
- Herzmuskel
- Herzbeutel
- Elektrizität

→ Jede der Strukturen kann erkranken



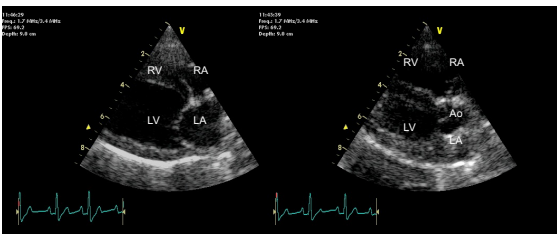
4

Herzanatomie radiologisch



5

Herzanatomie im Echo



6

Herz-Kreislaufsystem – Grundsätzliche Aufgaben

Via rote Blutzellen und Substanzen im Blutplasma

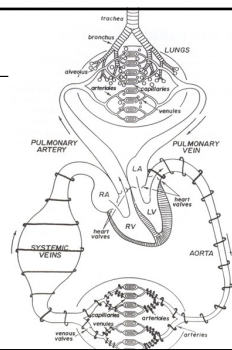
- Jede Zelle Sauerstoff und Energie versorgen
- Von jeder Zelle die Abfallprodukte weg transportieren

Via weisse Blutzellen

- Schutz vor / Elimination von Angreifern
- Reparatur von Schäden

7

Herz-Kreislauf-rote Blutzellen –
der Weg des Sauerstoffs

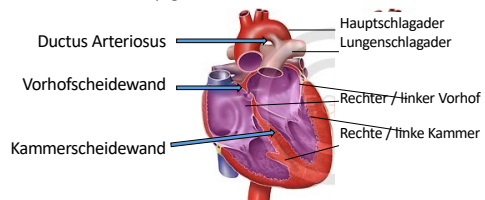


8

Herz-Kreislauf im Embryo

keine eigene Atmung, Lunge funktionslos

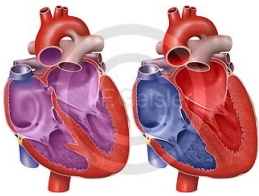
- Physiologisch (d.h. normal): Verbindungen zwischen Kammern, Vorhöfen und Hauptgefäßen



9

Herz bei Geburt
Lungenentfaltung, eigene Atmung

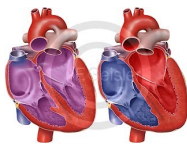
- Physiologisch:
 - Lungenarteriendruck sinkt
 - → die Lungen werden nun stark durchblutet
 - Vorhofscheidewand und Gefäßverbindung (Ductus Botalli) verschliessen sich



10

Herz bei Geburt, Lungenentfaltung, eigene Atmung

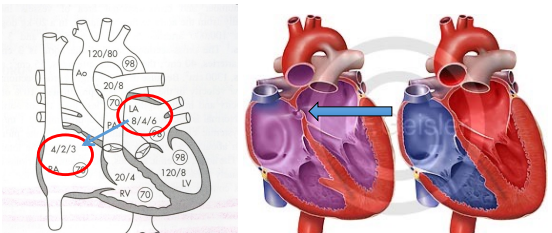
- Pathologisch: Verbindungen zwischen Kammern, Vorhöfen und Hauptgefässen schliessen sich nicht
 - Kammercheidewanddefekt (Ventrikelseptumdefekt, VSD)
 - Vorhofscheidewanddefekt (Atriumseptumdefekt, ASD);
 - persistierendes Foramen ovale (PFO)
 - Offen bleibender Ductus arteriosus Botalli (PDA)



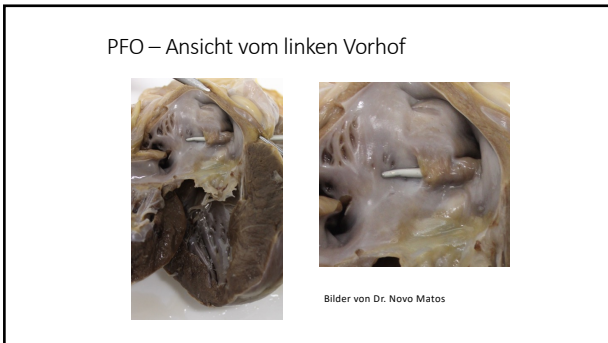
11

Normale Drücke nach der Geburt

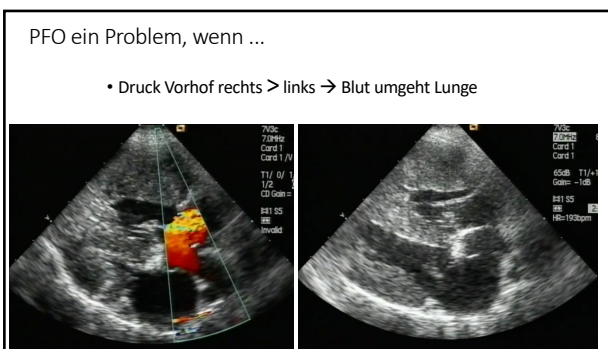
- Normalerweise PFO kein Problem, weil ...



12



13

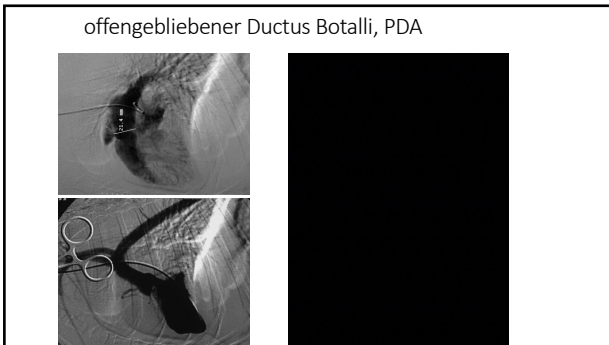


14

PFO bei Mensch und Hund

- Ca. jeder 3. Mensch hat ein PFO
- Wichtige Ursache für Hirnschlag
 - Im Verlauf des Lebens nimmt der Druck im Lungenkreislauf zu, beispielsweise wegen jahrelangen Rauchens, wohl auch wegen Umweltverschmutzung
 - Es hat wohl häufig irgendwelche Mikrosbstanzen, die in den Kreislauf gelangen, diese werden in den Lungenkapillaren rausgefiltert
 - Bei Umgehung des Lungenkreislaufs gelangen sie in den grossen Kreislauf und von da beispielsweise ins Hirn
 - In den Hirnkapillaren bleiben sie stecken und verstopfen = Emboli
- Ca. 25% der Hunde haben ein PFO (Studie Novo-Matos)

15



16



17

Wir haben gesehen...

- ... wie sich das Herz-Kreislaufsystem vom Embryo zum Geborenen entwickeln muss...
- und
- ... einige Dinge, die (teils genetisch bedingt) schief laufen können.

- Wir schauen nun die Aufgaben des Herzens und die Priorisierung dieser Aufgaben an.

18

Herz-Kreislauf – zentrale Aufgaben mit Prioritäten

1. Blutdruck aufrecht erhalten
 - Wichtig für Durchblutung Hirn
2. Durchblutung aufrecht erhalten
 - Durchblutung aller Organe
3. Venösen Druck aufrecht erhalten
 - angemessene Herzfüllung ohne Stauung



19

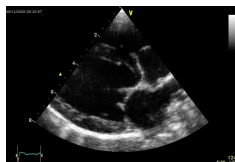
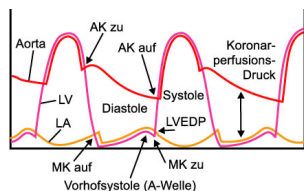
Blutdruck und Venendruck

- Blutdruck zu tief = Hirn zu wenig durchblutet = Ohnmachten
- Blutdruck zu hoch = Hirnblutungen, Herzinfarkt, Nierenschäden
 - Lieber zu tief als zu hoch...
- Venendruck zu tief = es kommt zu wenig Blut zurück ins Herz = zu wenig zu pumpen = Blutdruck und Durchblutung zu tief = Ohnmachten
- Venendruck zu hoch = Rückstau = Wasser in Lunge und oder Bauch
- Puls sagt nichts über Blutdruck
- Blutentnahme venös / Venendruck sagt nichts über Blutdruck

20

Herztöne

- Herztöne werden erzeugt beim Klappenschluss
- Wenn sich Kammer zusammenzieht (Beginn der Systole), schliesst sich die Klappe zwischen Hauptkammer und Vorhof
 - = erster Herzton



21

Herztöne

- Wenn die Kammer erschläfft (Ende Systole) und der Druck unter jenen in der Aorta abfällt, schliesst sich die Klappe zwischen Aorta und Kammern.
 - Das produziert den zweiten Herztönen

22

Herz-Kreislauf, zentrale Aufgaben

- 1. Blutdruck** aufrecht erhalten
 - Perfusion u.a. Hirn
- 2. Periphere Perfusion** erhalten
 - Perfusion aller Organe (Nieren, Muskeln...)
- 3. Venösen Druck** erhalten
 - Genug hoch, damit genug Blut ins Herz
 - Genug tief, damit keine Stauung

Fox, 1999

23

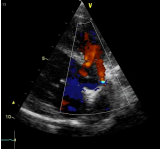
Herz-Kreislauf – zentrale Aufgaben

- **Blutdruck** aufrecht erhalten
 - $\text{Blutdruck} = \text{Fluss} \times \text{Widerstand}$
 - $\text{Fluss} = \text{Schlagvolumen} \times \text{Herzfrequenz}$
- **Perfusion** aufrecht erhalten
 - $\text{Fluss} = \text{Schlagvolumen} \times \text{Herzfrequenz}$

24

Herz-Kreislauf-Funktion – was es braucht für normal

- **Kreislauf: Blutdruckregulation**
- **Herz: Fluss = Schlagvolumen x Herzfrequenz**
 - (normales, effektives) Schlagvolumen braucht:
 - ✓ **systemische Volumenregulation** (→ adäquater venöser Druck)
 - ✓ + normaler kardialer Einstrom (diastol. Füllung)
 - ✓ + Herzmuskelkraft
 - ✓ + unobstruierter Ausstrom
 - ✓ + keine Rückfluss, keine Querverbindung (Shunt)
 - ✓ + remodelling (Volumen und Wanddicke) adäquat für Belastung (z.B. Ausdauersport) oder Fehler im obigen System
 - Herzfrequenz braucht:
 - ✓ Schrittmacher (Sinusknoten)
 - ✓ + autonomes Nervensystem



25

Herz-Kreislauf – was es braucht für normal

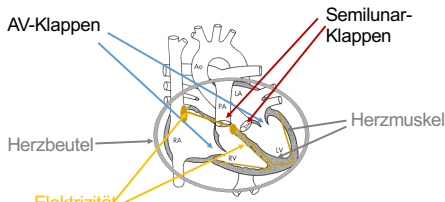
- Herz krank ist nicht einfach Herz krank
 - Das Endresultat ist zwar ähnlich: Herzinsuffizienz
 - Aber: Es kann an vielen Stellen fehlen, damit es nicht normal funktioniert
 - Völlig unterschiedliche Bedürfnisse für die Behandlung
- Beispiel: das Bergrestaurant braucht Nachschub an Bier, muss mit Rucksack hochgetragen werden
 - Zu schwacher Träger
 - Zu kleiner Rucksack
 - Weg / Brücke kaputt
 - Kein Nachschub im Tal

Lösungen

- Mehr Träger ?
- Grösserer Rucksack ?
- Doping ?
- Aktivismus?

26

Herz-Strukturen, die erkranken können



27

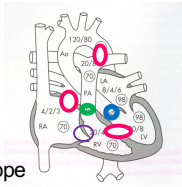
Angeborene Herzfehler

Verengte Klappe

- Aorten-
- Pulmonal-

Undichte Klappe

- Trikuspidal

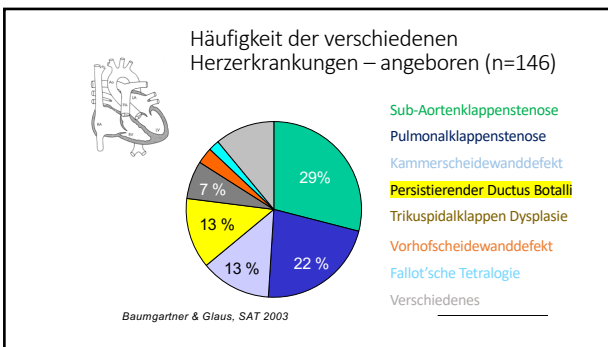


Querverbindungen

- Ductus Botalli (PDA)
- Scheidewanddefekte (VSD und ASD)

Kombinationen

28



29

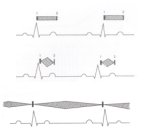
Angeborene Herzfehler – Früherkennung = Herzgeräusche

- Blut fließt normalerweise gleichförmig = laminar; der Fluss ist nicht hörbar
 - Vergleiche ungestörter Fluss im Rhein
- Wenn Blut durch Engstelle, durch undichte Klappe retour oder durch Shunt mit hohem Druckunterschied fließt, wird der Fluss turbulent und hörbar.

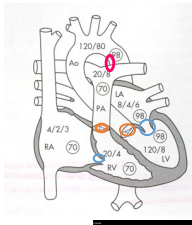


30


Herzgeräusche – Zeitpunkt, Charakter



- AV-Insuffizienz
 - bandförmig
- Ao-, Pulm-stenose
 - crescendo-decrescendo
- PDA
 - kontinuierlich



Wie laut ist ASD?



31

Herzgeräusche – Puncta maxima

Stenosen

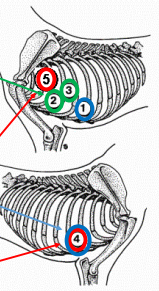
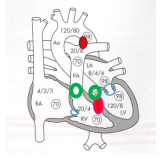
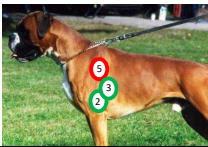
- Aortenkl. (3)
- Pulmonalkl. (2)

Insuffizienz

- Mitral (1)
- Trikuspidal (4)

Shunts

- PDA (5)
- VSD (4)

32

Angeborene Herzfehler – Herzgeräusch, wo am lautesten

- Aortenstenose und Pulmonalstenose:
 - systolisch links Herzbasis
 - Je enger, desto lauter, d.h. korreliert mit Schweregrad
 - Wenn leise, Hund wird nie Probleme haben
- PDA
 - Kontinuierlich, weit oben an der Brust
 - Lautstärke korreliert nicht mit Schweregrad
- VSD
 - Systolisch, rechte Brustseite
 - Lautstärke korreliert nicht mit Schweregrad
- Trikuspidal Dysplasie
 - Systolisch, rechte Brustseite

33

Angeborene Herzfehler – welche Symptome

- Aortenstenose und Pulmonalstenose:
 - Primär Problem, dass zu wenig Auswurf = Leistungsschwäche
 - SAS wie erwähnt plötzlicher Herztod
 - PS selten Stauung mit Wasser im Bauch
- PDA
 - Primär Problem, dass Rückstau = Wasser in Lunge, Atemnot
- VSD
 - Oft nur Brustwandschwirren am stärksten rechts
 - Die meisten bleiben praktisch symptomlos und werden alt
- Trikuspidal Dysplasie
 - Primär Problem, dass Rückstau, Wasser im Bauch

34

kongenitale Herzfehler –
Rassen bei Subaortenstenose



35

kongenitaler Herzfehler –
Rassen bei Pulmonalklappenstenose



Ganz viele Rassen
Bei kleinen Rassen ist
PS viel häufiger als
Subaortenstenose

36

Rassen bei Ventrikelseptumdefekt, VSD
(Kammerscheidewanddefekt)



37

Rassen bei PDA

- Ganz viele verschiedene
- Früher nicht so selten beim Deutschen Schäfer
- In Australien mal ganz oft beim Welsh Corgi
- In Deutschland mal anscheinend recht oft der PON
- In der Schweiz könnte ich aktuell keine Rasse häufiger nennen

38

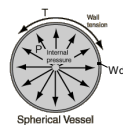
kongenitale Herzfehler – Volumen oder Drucküberladung

Herzaufgabe: Aufrechterhalten von

- Effektivem Schlagvolumen und
- Wandspannung (T)


→ Law of La Place:

$$T = \frac{P \times r}{Wd}$$

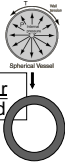


39

Beispiel Aortenstenose (SAS) → mehr Druckarbeit



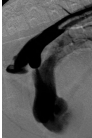
- ↑ Nachlast (P) → ↑ Wandspannung (T)
- Wandspannung tief halten → Wand verdicken
- Hypertrophie ohne Dilatation
- = **Adaptation / Kompensation**

$$T = \frac{P \times r}{Wd}$$


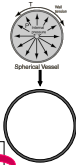
- massive Hypertrophie → Herzmuskel vernarbt
- plötzlicher Herztod oder selten Rückstau

40

Beispiel li-re PDA → mehr Volumenarbeit links



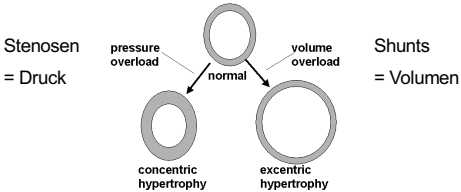
- ↑ Schlagvolumen → Dilatation → ↑ T
- Wandspannung tief halten → Hypertrophie
- Viel Dilatation + wenig Hypertrophie
- = **Adaptation / Kompensation**

$$T = \frac{P \times r}{Wd}$$


- exzessive Dilatation → Herzmuskelschädigung
- Dekompensation, Stauungsinsuffizienz

41

Druck- versus Volumenüberladung



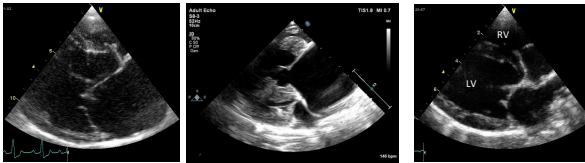
Stenosen = Druck

Shunts = Volumen

42

Druck- versus Volumenüberladung

- Im Echo schauen wir zuerst genau auf dies:
- wirkt Herz primär voluminös oder dick?
- Wo? Links oder rechts?



43

Kongenitale Herzfehler – Diagnose & Schweregrad

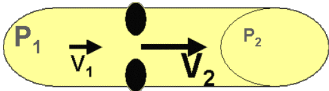
- Farbdoppler und Spektraldoppler

44

Bernoulli

Prinzip Gartenschlauch

- es fließt überall gleich viel Wasser
- wenn es enger wird, muss
 - *Fließgeschwindigkeit grösser sein &*
 - *Druck vor der Engstelle ansteigen*



45

Bernoulli – vereinfachte (modifizierte) Formel

Gradient und Geschwindigkeit

$$PG = V_{max}^2 \times 4$$

PG = maximaler momentaner Druckgradient (P₁-P₂)
 V_{max} = maximale Geschwindigkeit = V₁

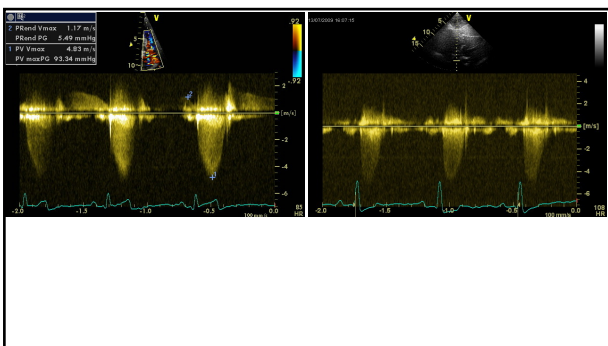
46

Kurz: wir messen die V_{max}

Wenn wir messen V_{max}

- Bei SAS oder PS:
 - 3 m/s → 3²×4= 36 mmHg (<50 = leichtgradig)
 - 5 m/s → 5²×4=100 mmHg (>80-100 = hochgradig)
- Bei VSD oder PDA (syst.):
 - 4 m/s → 4²×4=64 mmHg → nicht ideal, bedeutet: Drücke rechts nicht mehr normal
 - 4.5-5 m/s → 80-100 mmHg → entspricht in etwa normalem Druckunterschied links rechts

47

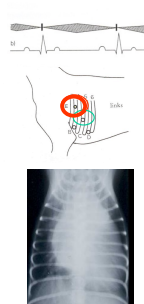


48

Herzgeräusch beim Jungtier – wann und wie handeln?

kontinuierliches Geräusch, PDA
= *Stethoskop Diagnose*


- nicht warten, sondern
 - exakte Diagnose
 - Prognose
 - Therapierbarkeit
 - baldige Therapie



49

Verschluss eines PDA – Wahl der Methode

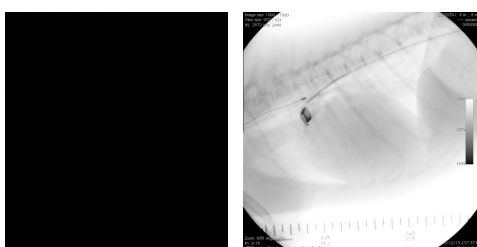
Coils Amplatzer Duct Occluder, ADO



Amplatzer Canine Duct Occluder, ACDO

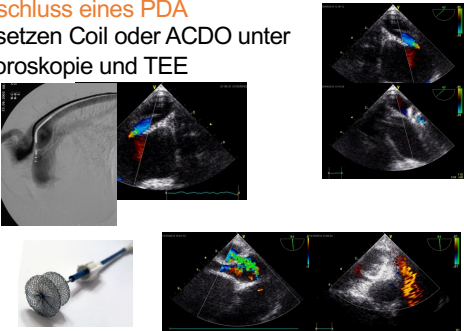
50

Verschluss Ductus arteriosus Botalli mit coil
Angiographie vorher und nachher



51

Verschluss eines PDA
Einsetzen Coil oder ACDO unter
Fluoroskopie und TEE



The image contains several components: a close-up of a metallic coil, a catheter with a coil at its tip, and several TEE (Transesophageal Echocardiography) images showing the coil positioned within the ductus arteriosus. The TEE images use color Doppler to show blood flow patterns before and after the coil placement.

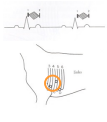
52

Herzgeräusch beim Jungtier – wann und wie Handeln?

systolisches Geräusch mit PMI links

- wenn \geq IV/VI: nicht warten, sondern
 - Exakte Diagnose
 - Prognose
 - Therapierbarkeit
 - baldige Therapie
- wenn <III/VI:
 - abwarten, bei nächster Impfung kontrollieren
 - falls Züchter ?

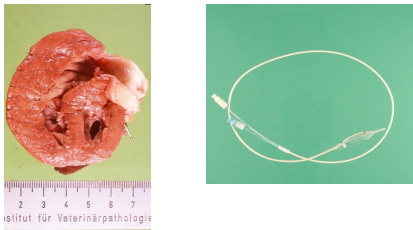
→ **Exakte Diagnose, Echo**



The image includes an ECG strip showing a narrow QRS complex and a diagram of a heart with a red circle indicating the location of a murmur on the left side of the chest.

53

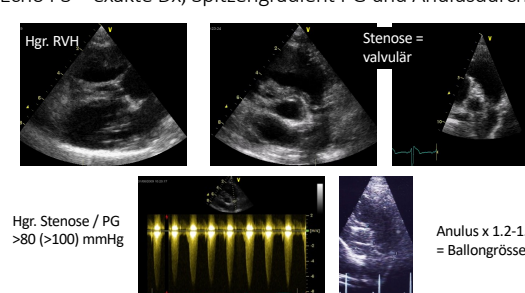
Ballondilatation einer Pulmonalklappenstenose



The image shows a photograph of a heart specimen with a red arrow pointing to a stenotic pulmonary valve. Below it is a photograph of a catheter with a balloon at its tip, used for balloon dilatation. A ruler is visible at the bottom left of the heart specimen image.

54

Echo PS – exakte Dx, Spitzengradient PG und Anulusdurchmesser



Hgr. RVH

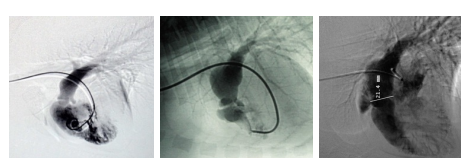
Stenose =
valvulär

Hgr. Stenose / PG
>80 (>100) mmHg

Anulus x 1.2-1.5
= Ballongröße

55

PS – Angiographie

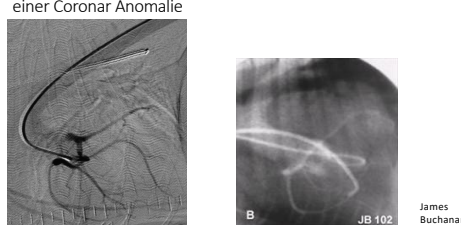


→ exakte Lokalis. und Anulus-Durchmesser bei Ballonierung

56

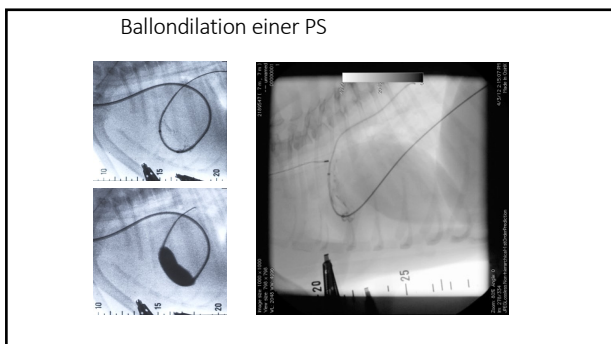
PS – Angiographie auch der Coronarien

Je nach Rasse (Englisch Bulldog) vorher Ausschluss einer Coronar Anomalie

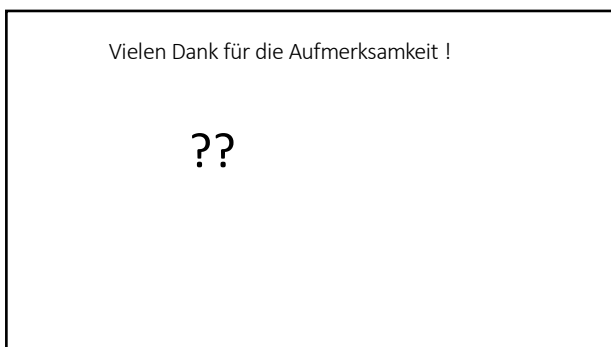


B
JB 102
James Buchanan

57



58



59
