

Evaluation des besoins en remplissage: Le Débit Cardiaque “revisité”

Bernard CHOLLEY

Département d'Anesthésie-Réanimation
Hôpital Lariboisière
Paris

Hypovolémie ???

- Quelle est la valeur « normale » de la volémie ?
- Est-ce vraiment l'hypovolémie qui est notre problème ?



~~Hypovolémie~~

Hypoperfusion

Perfusion des organes: quid ?

Perfusion: 2 déterminants hémodynamiques

1. PRESSION

- Pression intra-luminale > pression externe



2. DEBIT

- Apports d'O₂ et de métabolites
- Epuration du CO₂ et des catabolites

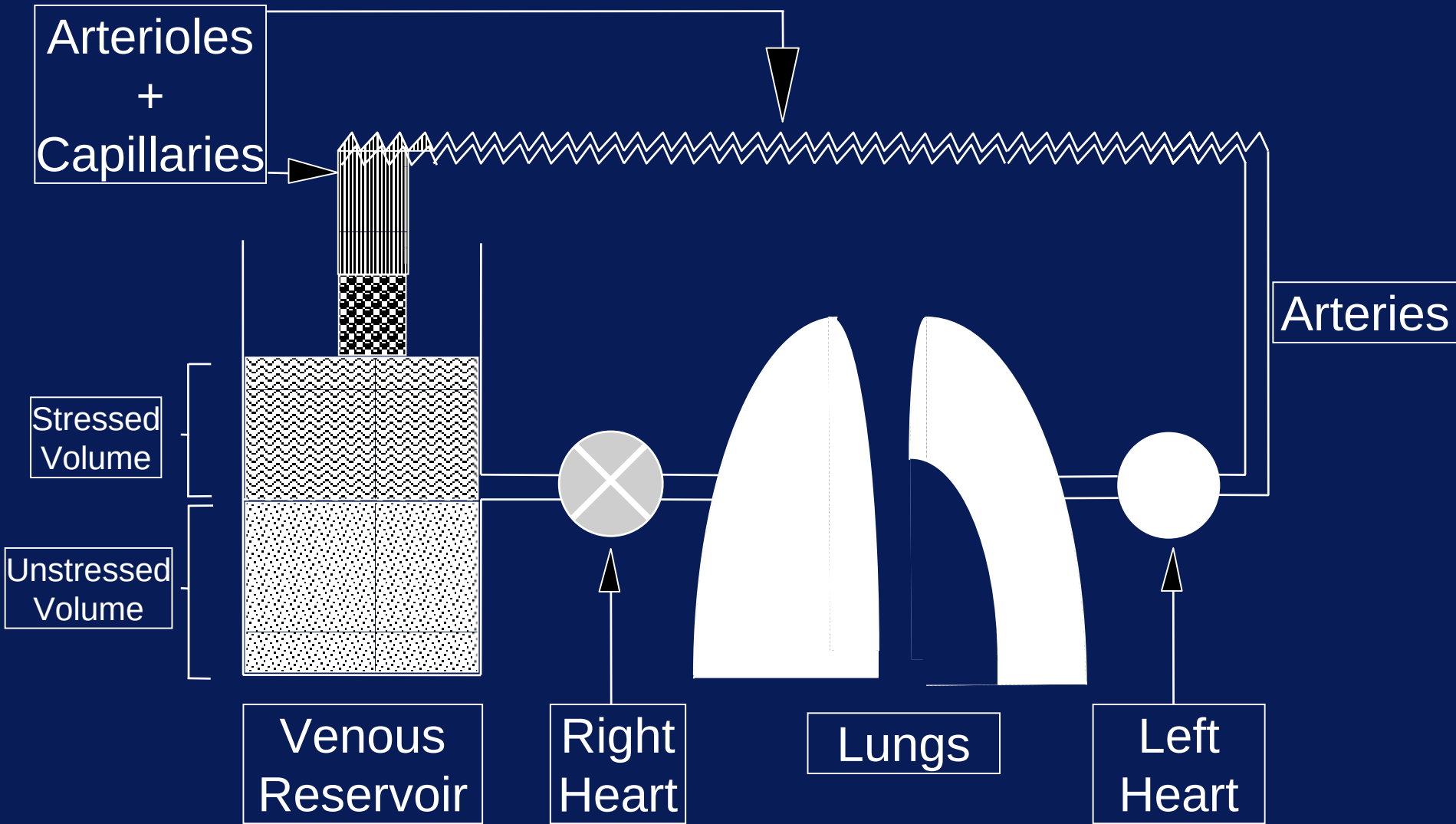


Pourquoi monitorer le débit ? (1)

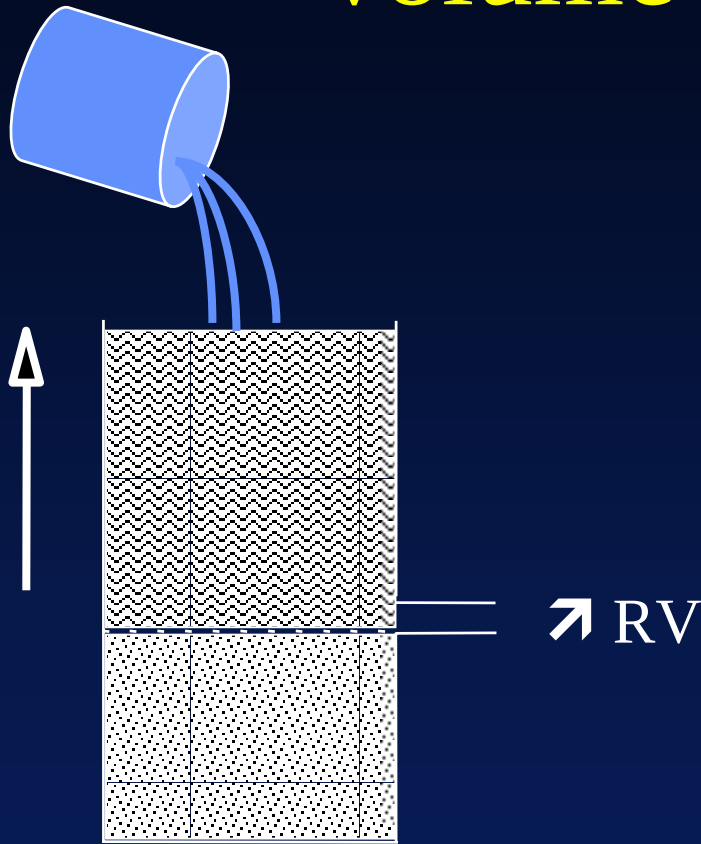
- Le plus souvent, le seul aspect de la perfusion que nous monitorons est la pression artérielle systémique
- La PAS étant étroitement régulée, ses variations sont relativement indépendantes de celles du débit, même sous anesthésie

Pourquoi monitorer le débit ?

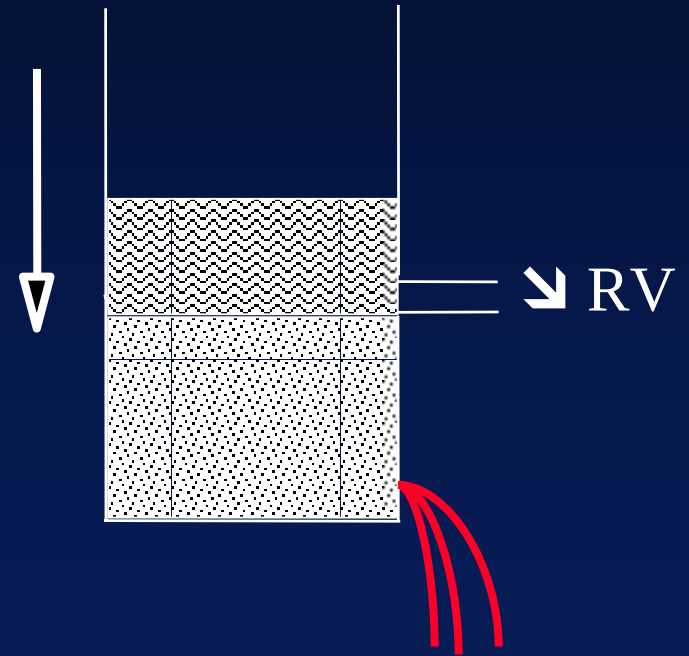
- La connaissance du débit est très utile pour évaluer l'autre aspect de la perfusion (i.e.: « transport »)
- Le débit est plus sensible que la pression pour détecter une altération de fonction cardio-vasculaire.



Retour veineux et volume intravasculaire

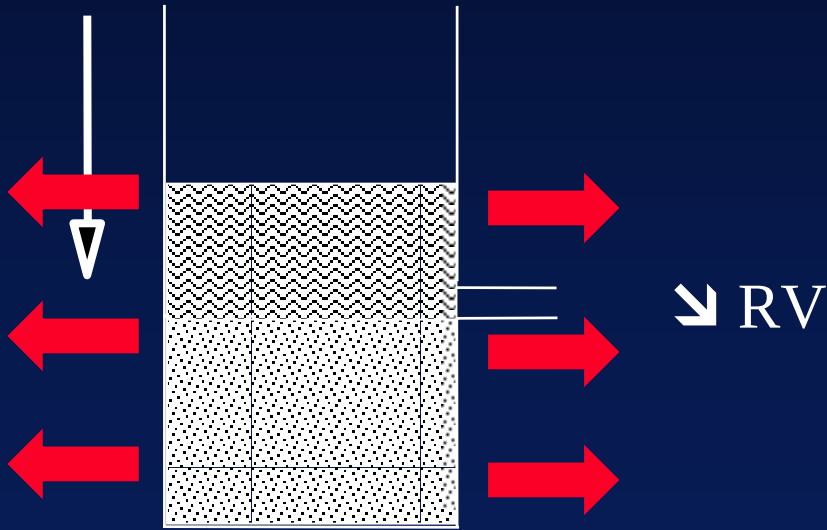


Remplissage

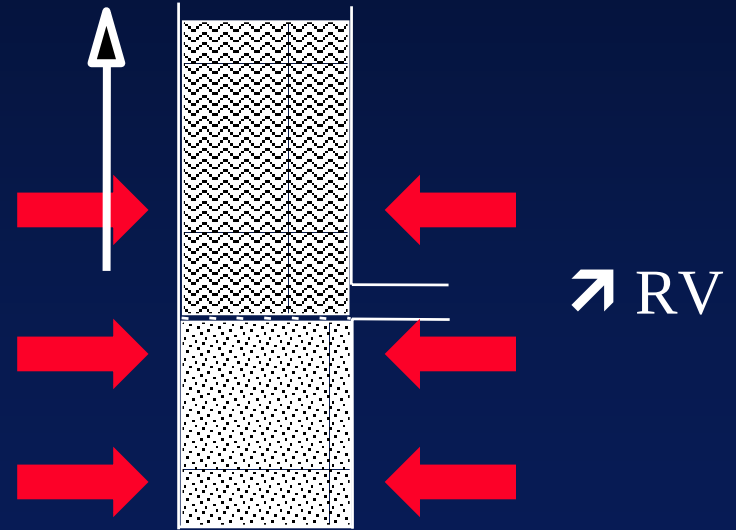


Saignement ou déshydratation

Retour veineux et capacitance veineuse

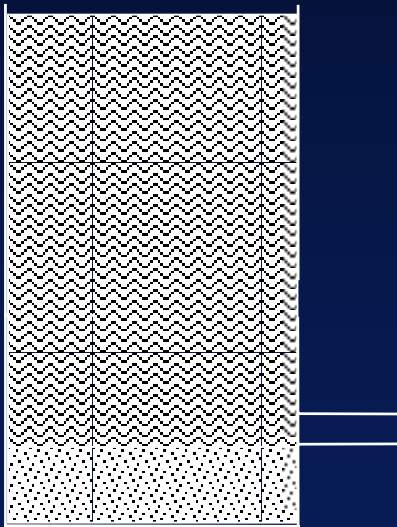


Vasodilatation

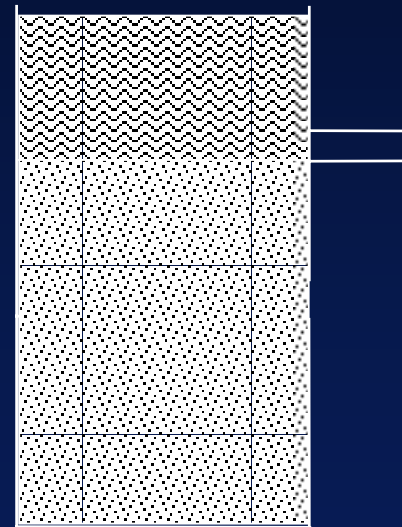


Veinoconstriction

Retour veineux et Pression de l'oreillette droite

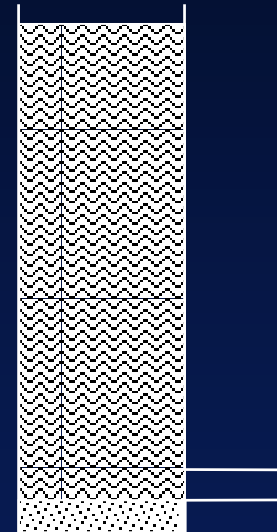


POD basse

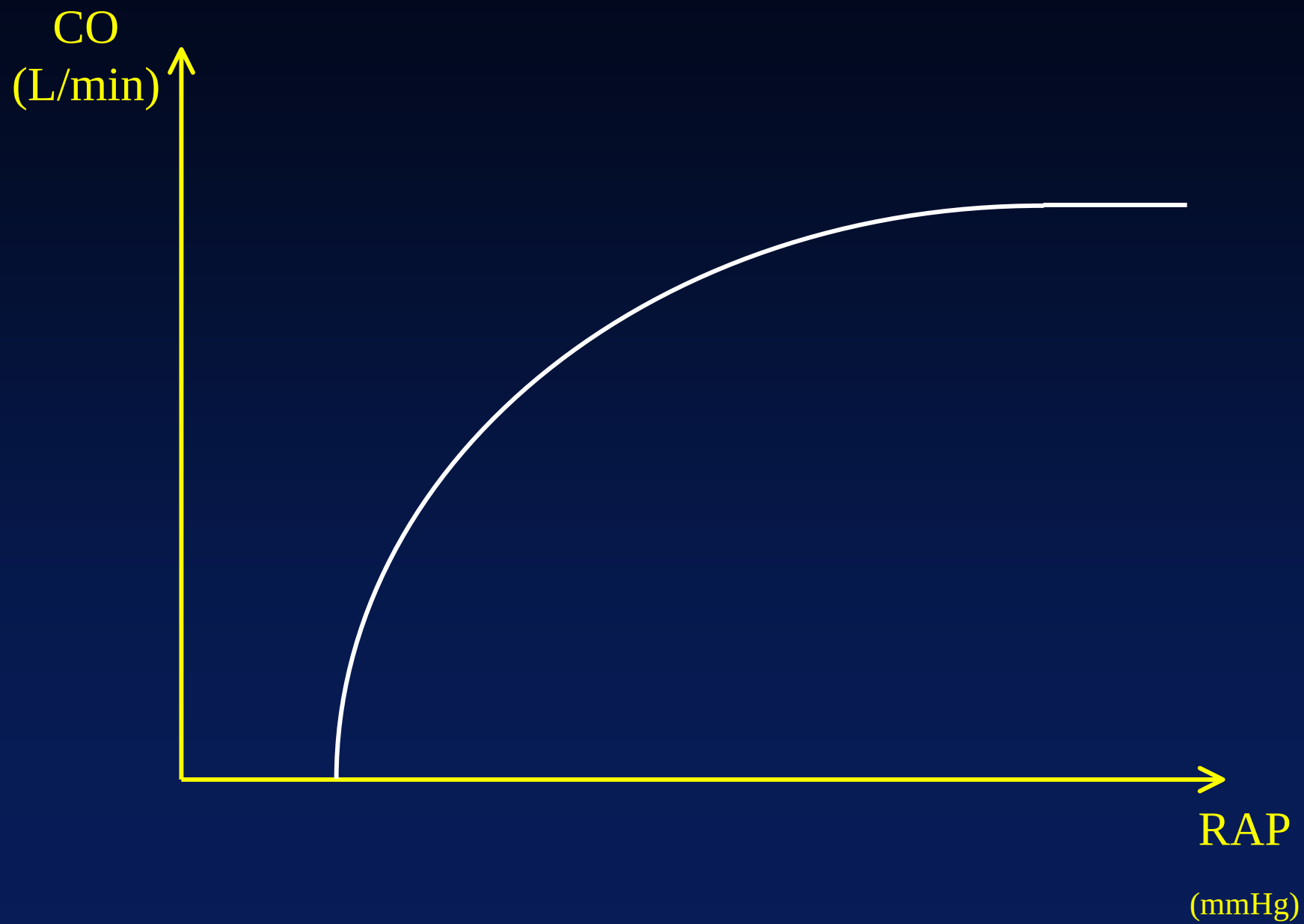


POD haute

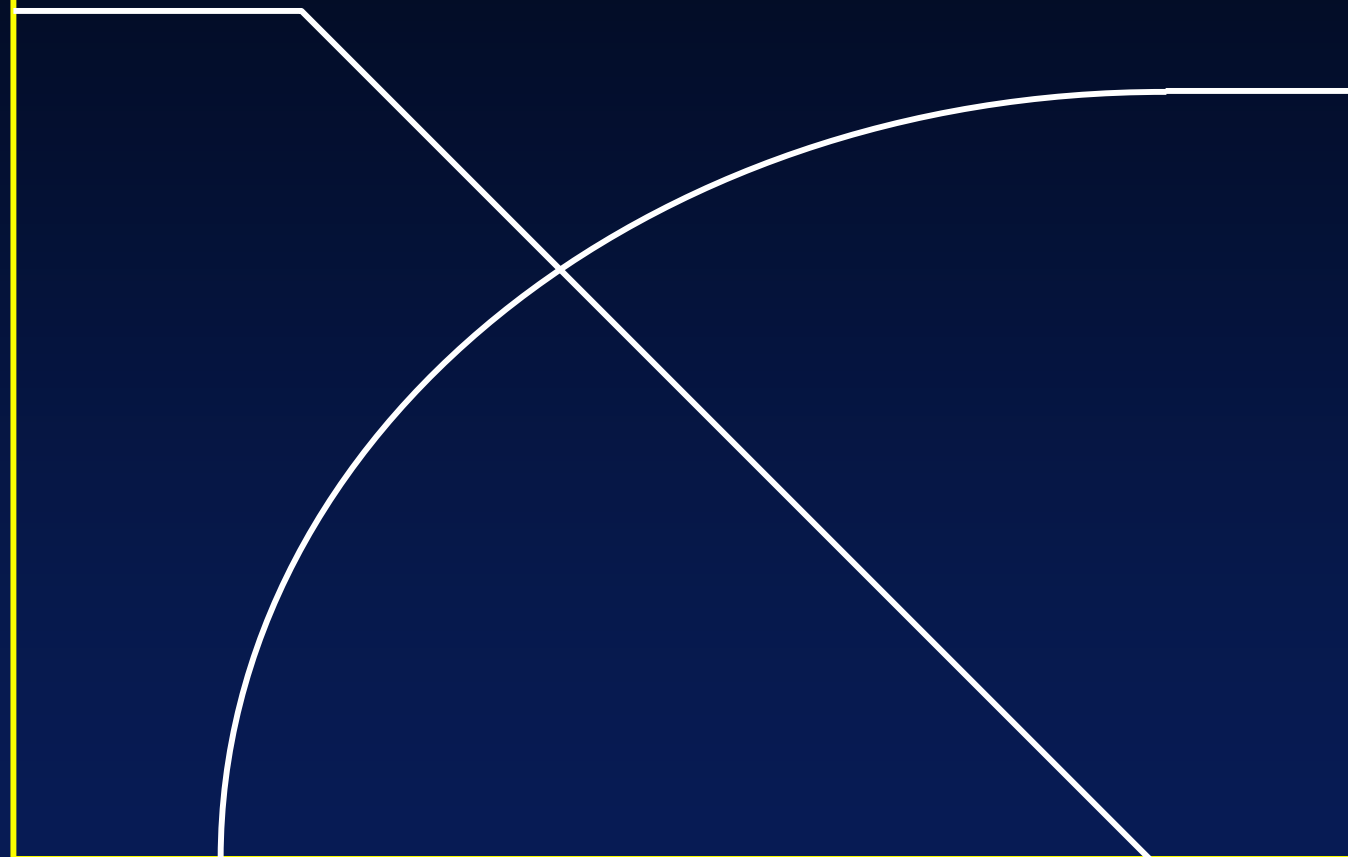
Venous reservoir characteristics & right atrial pressure



Long distance runner



CO / VR
(L/min)



RAP

(mmHg)

L'Echo peut-elle
nous aider ?

EFIN 34 COMF 78

TABLE 1

END PAGE

100

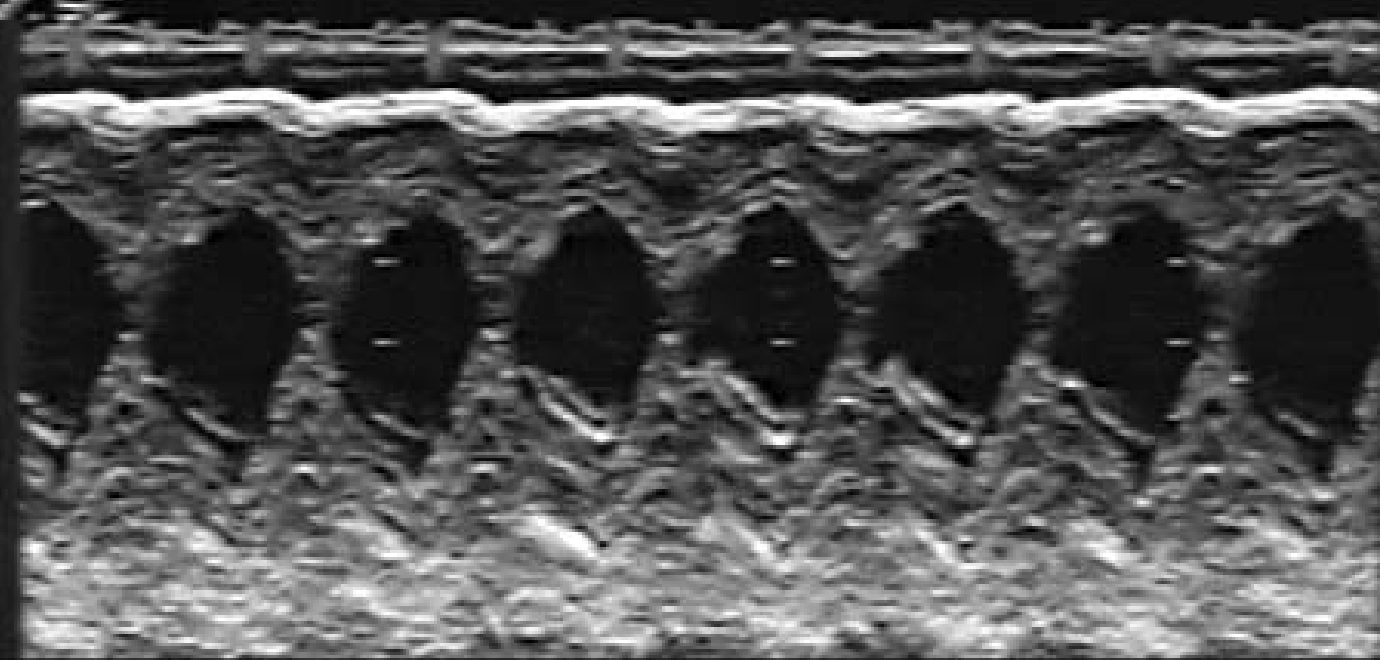
[illegible]

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

Abstract

THE H. H. H.

THE VE 37-56

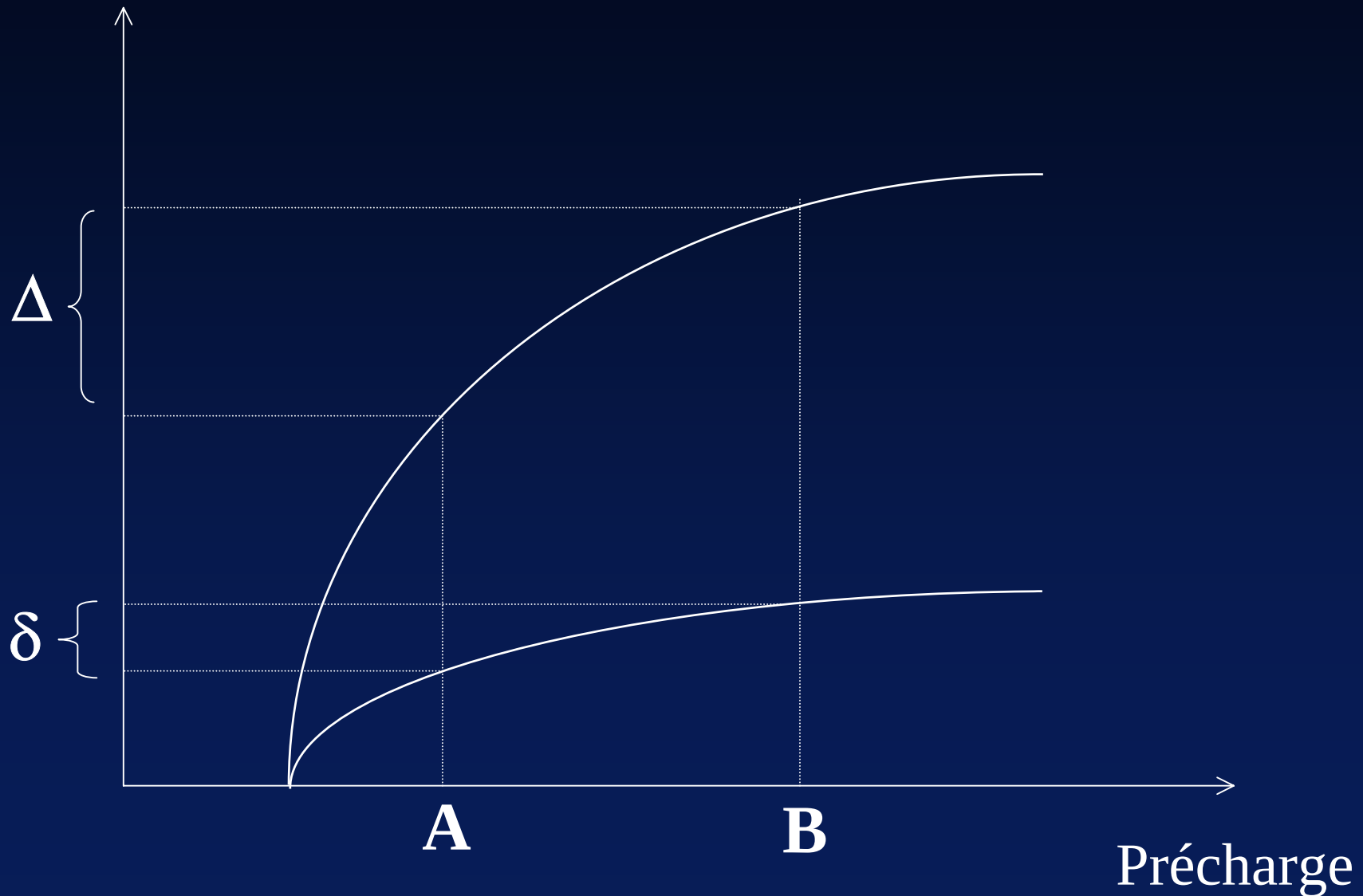


Perfusion inadéquate

- Diagnostic clinique:
 - Marbrures cutanées
 - Oligoanurie
 - Troubles de conscience
- Auxilliaires biologiques
 - Lactate
 - SvO₂
 - StO₂

Débit
cardiaque

- Peut-on prédire la réponse au remplissage ?
- Peut-on la quantifier ?



LV End-Diastolic Area

- End-diastolic Area is related to end-diastolic volume: proportional to the stretch of cardiac fibers (= preload)
- Easy to measure (TEE), reproducible
- Reduction in LVEDA proportional to blood volume spoliatioin during hemorrhage

Swenson et al., Anesth Analg 1996

Cheung et al., Anesthesiology 1994

Reich et al., Anesthesiology 1993

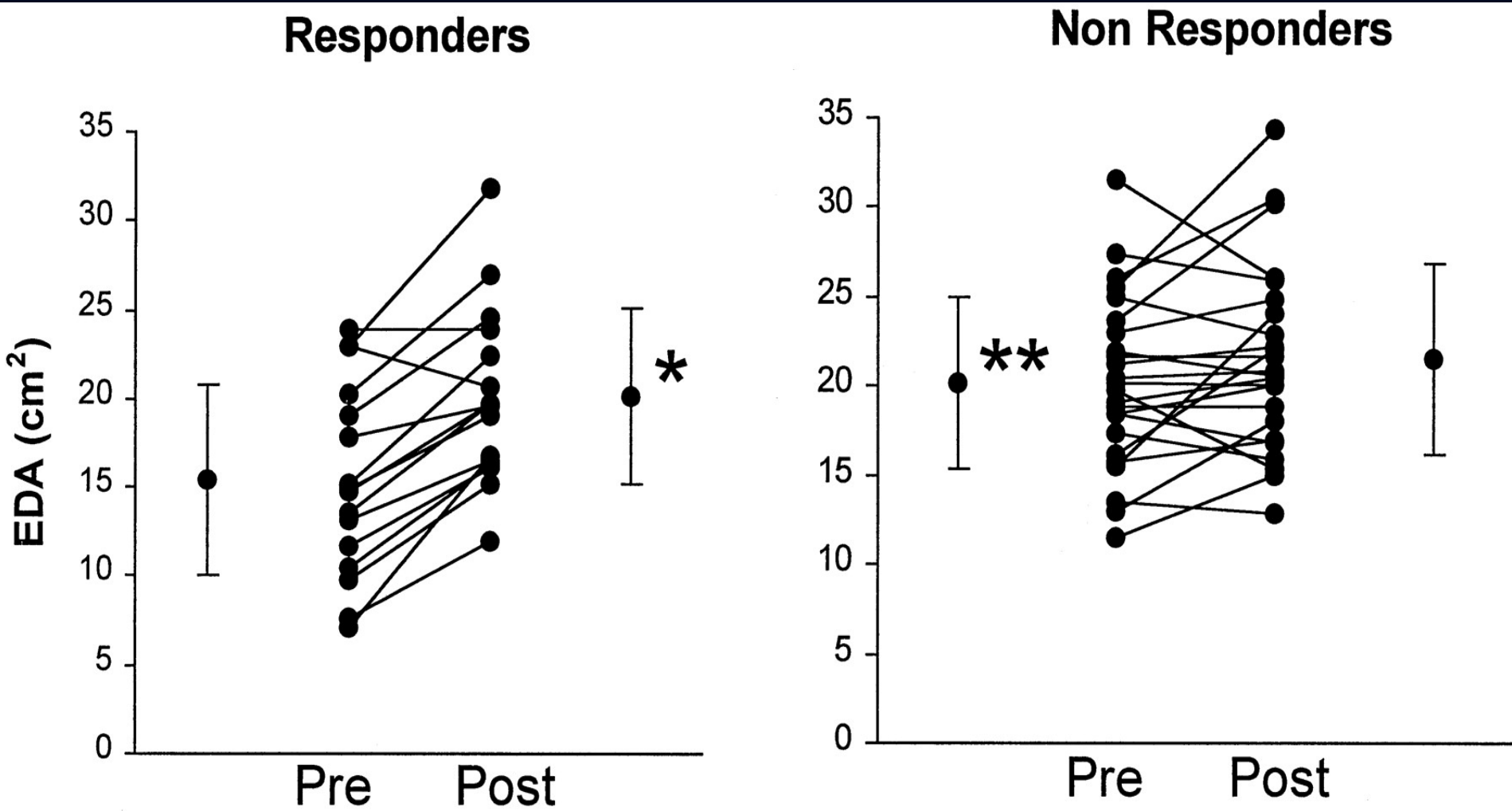
LV End-Diastolic Area

In ICU patients:

- If cardiac cavities are not “empty”, or if baseline size is not known: ?????
- EDA is not influenced by fluid challenges
- EDA value is not predictive of % increase in stroke volume after a fluid challenge

Axler et al., Crit Care Med 1997

Tousignant et al., Anesth Analg 2000



Tousignant et al., Anesth Analg 2000

Estimation of filling pressures

1) Using M mode echo

Askenasi et al., JACC 1983

2) Using pulsed-wave Doppler

- PCWP: transmitral and PV flow velocities

Kuecherer et al., Circulation 1990

Nomura et al., Anesth Analg 1997

- RAP: tricuspid and supra-hepatic vein flow

Nagueh et al., Circulation 1996

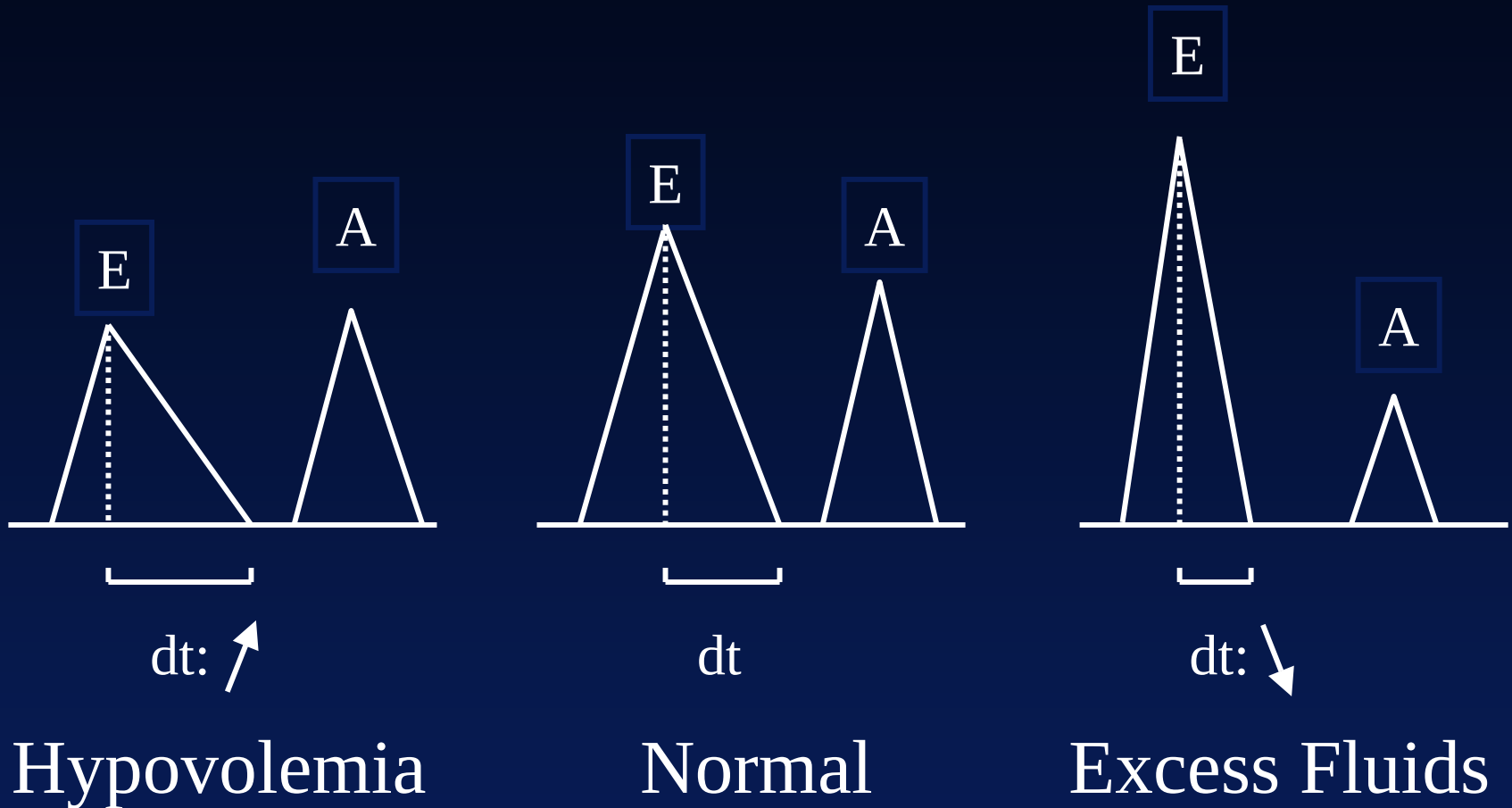
Ommen et al. Mayo Clin Proc 2000

3) Using the diameter of inferior vena cava

Kircher et al., Am J Cardiol 1990

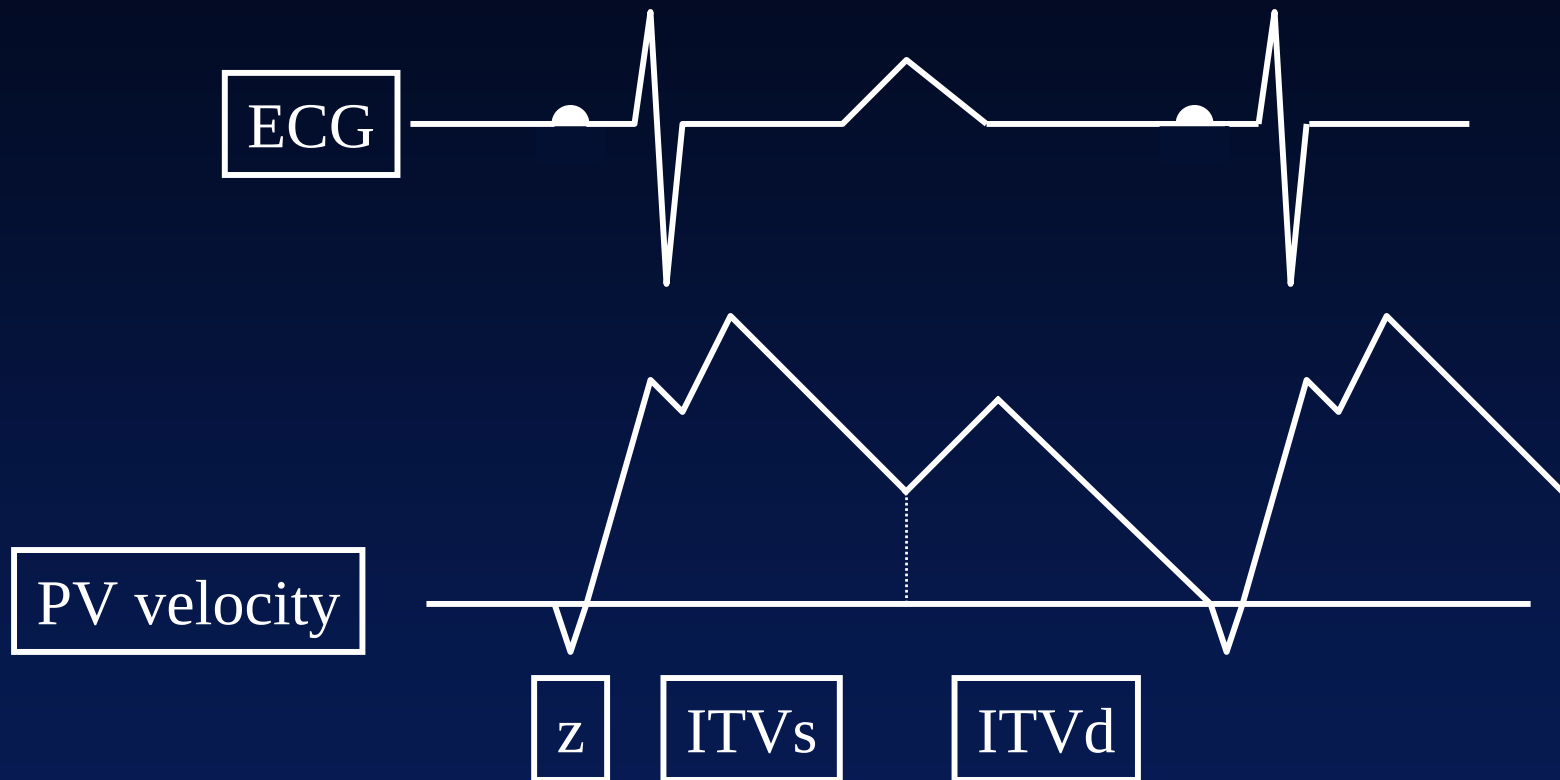
Jue et al., JASE 1992

Transmitral flow velocity patterns



: Direct correlation between E/A and PCWP

Pulmonary venous flow pattern



When LAP increases, the systolic fraction decreases

➡: inverse correlation between %ITVs and PCWP

Estimation of filling pressures using pulsed wave Doppler

- Characteristic changes in Doppler flow patterns are only produced by very high filling pressures
- Only rough estimations of filling pressures can be obtained (bias ± 5 mmHg !!!)
- Need a trained operator

Diameter of the Inferior Vena Cava

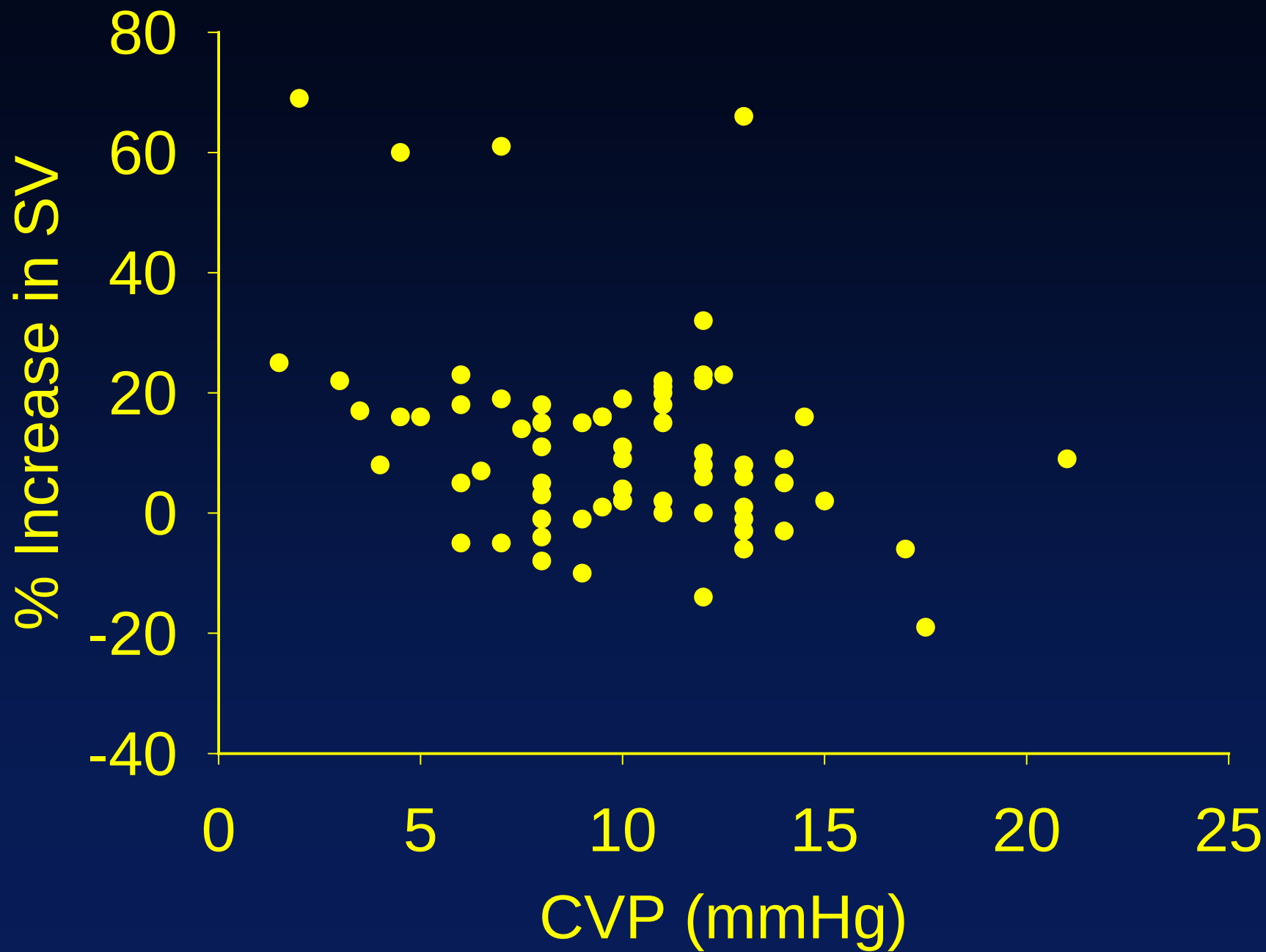
- Vessel diameter and its variation with spontaneous breathing are correlated with RAP

Nagueh et al., Circulation 1996

Kircher et al., Am J Cardiol 1990

- No correlation in mechanically ventilated patients
- IVC diameter < 12mm,  RAP < 10mmHg (sensitivity = 25%)

Jue et al., JASE 1992

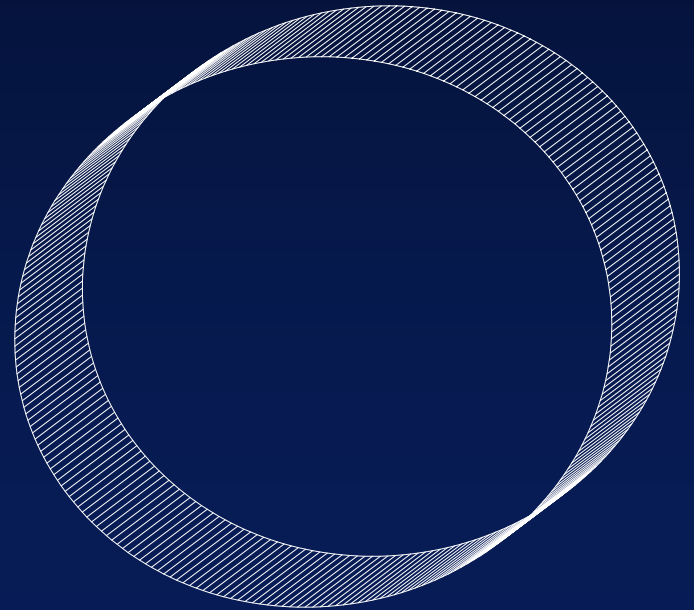
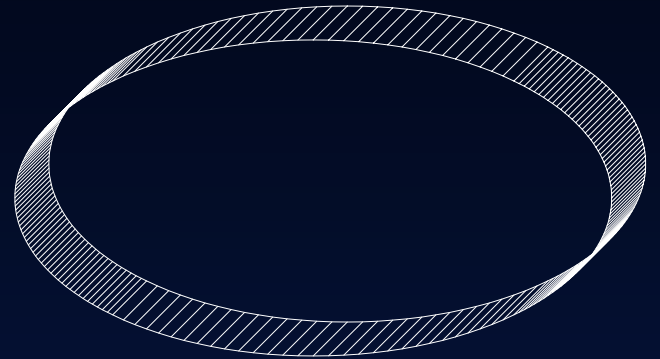


Diameter of the Inferior Vena Cava

- Reflects the distension of large veins, one of the determinants of venous return
- Patients who have a reduction in RAP during inspiration increase their cardiac output in response to fluids

Magder et al., J Crit Care 1992

- Patients who have a reduction in IVC diameter during inspiration have a reserve in venous stressed volume that can be recruited



Venous diameter

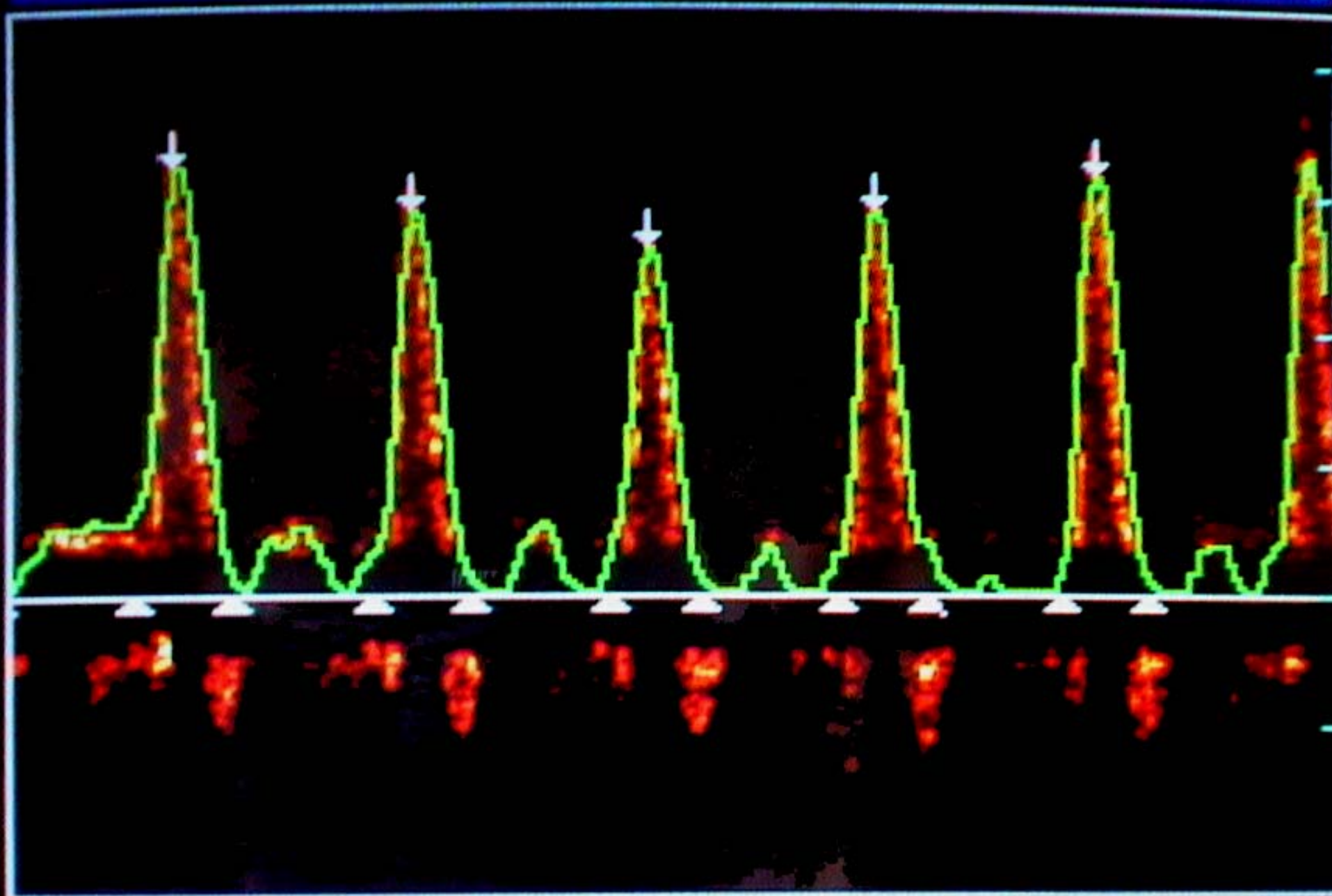


Venous resistance



Variations respiratoires du VES ou de la PAS

ALARM 4 HI-12 LO-2 18-03-00 08:06 1.0 m/s



PU 79.7 FTc .272 MA 11.4

Pièges de la variabilité de la PAS

- Peut être liée à la dépendance du VD à la post-charge (conditions de ventilation extrêmes)
- Peut-être liée à la dépendance du VG à la post-charge (cardiopathie dilatée en insuffisance cardiaque)

Utilisation pratique du débit: Quel objectif ?

- Quel débit cardiaque est bon pour le patient ?
- Réponse: celui qui satisfait la demande en O_2 de chaque cellule
- Comment le savoir ?
- Réponse: impossible

« Optimisation » du débit cardiaque chez les patients chirurgicaux

- 2002: Kern et Shoemaker (Crit Care Med)
Métaanalyse
Le bénéfice existe, mais il est surtout net quand la population étudiée avait une mortalité de $>20\%$ dans le groupe contrôle
- 2004: Price et Venn (Cochrane Library)
Efficace pour réduire la durée de séjour des fractures du col. Bénéfice à long terme ??
« The lack randomized studies of adequate quality addressing this important question is disappointing. More research is needed. »

Une grande étude multicentrique négative

- 2003: Sandham et al (NEJM)
grande étude multicentrique
patients chirurgicaux à haut risque
PAC en place. Objectifs peu clairs et
douteux
- 2003: Cholley et Payen (NEJM)
Ce n'est pas le PAC qui améliore le
pronostic, c'est ce qu'on fait avec...

L'optimisation marche aussi chez le patients septiques à la phase précoce

- 2001: Rivers E et al. (NEJM)
patients arrivant aux urgences en contexte septique.
Randomisés traitement habituel ou optimisation
objectif SvO₂
Résultat: mortalité réduite (30,5 vs 46,5%)

Anodin, le remplissage ?

- 2003: Brandstrup et al. (Ann Surg) patients de chirurgie colique (multicentrique)
- Randomisés entre remplissage « ad libitum » ou « contrôlé » (objectif bilan nul en fin d'intervention)
- Moins de complications dans le groupe remplissage contrôlé

Cardiac
Output

« Optimal » cardiac output

δ

Δ

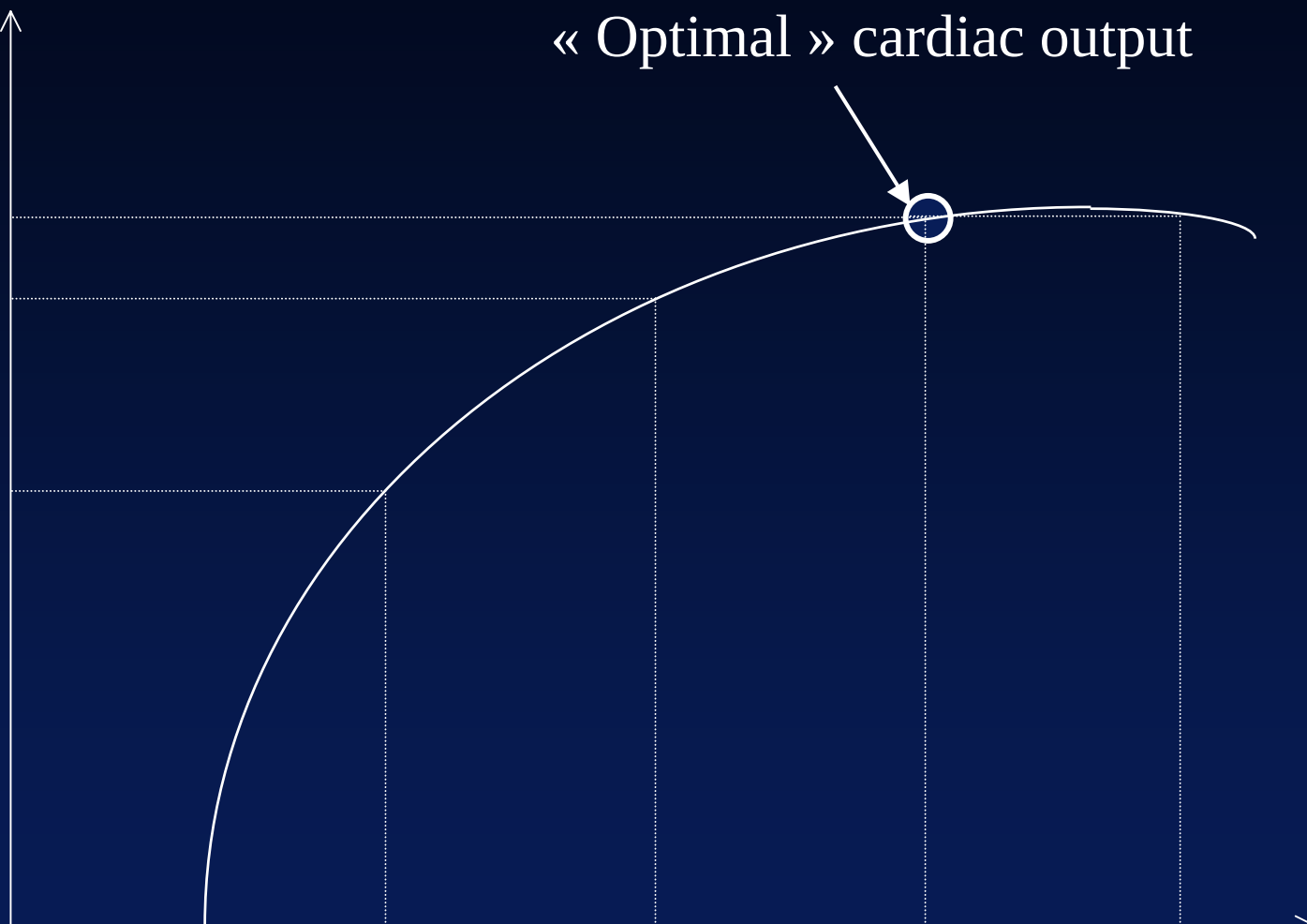
A

B

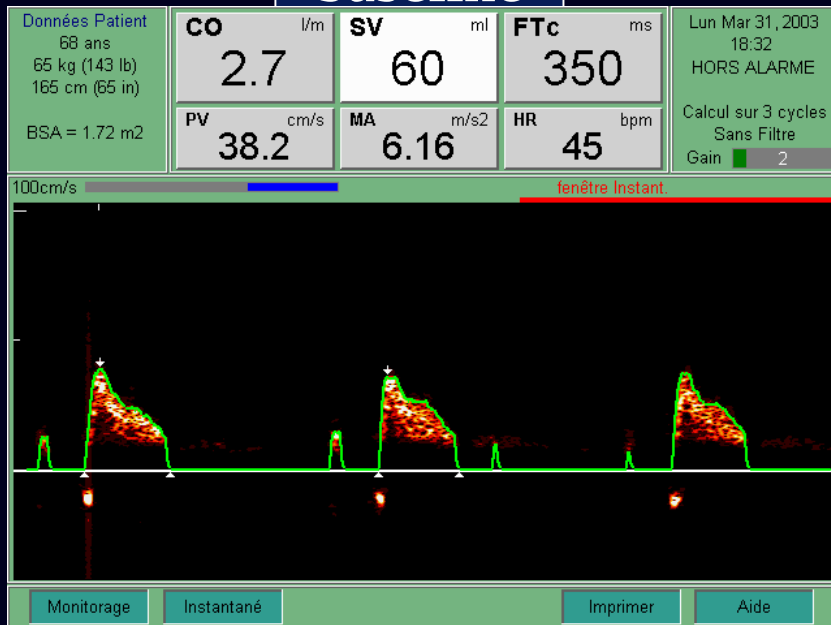
C

D

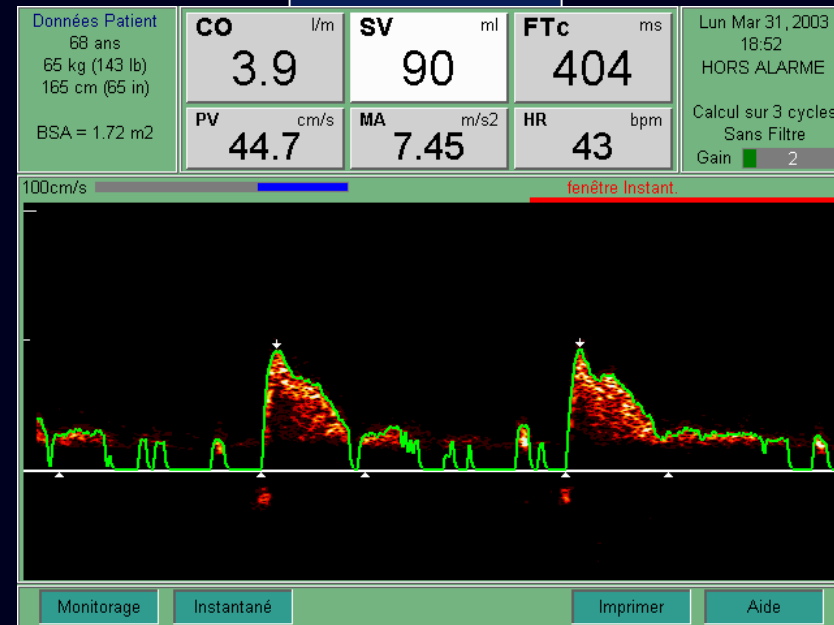
Preload



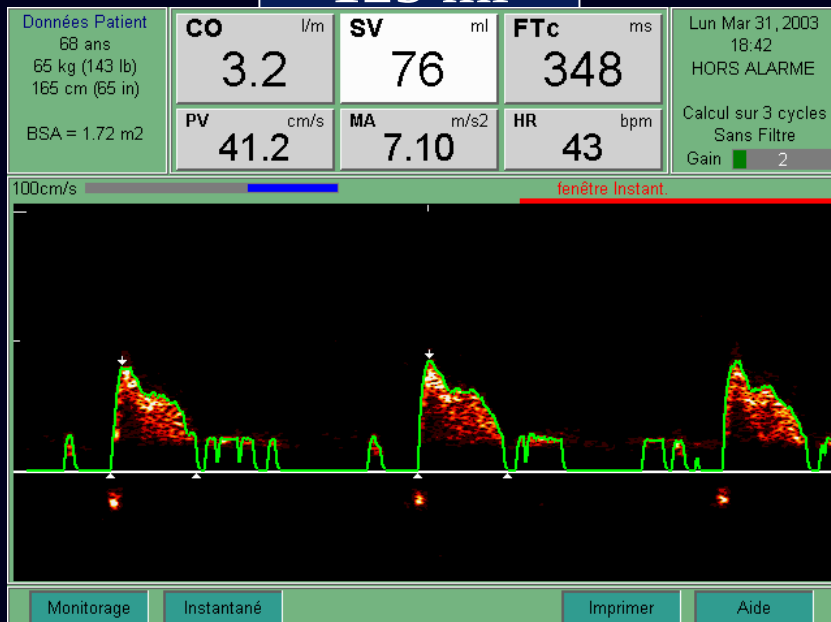
baseline



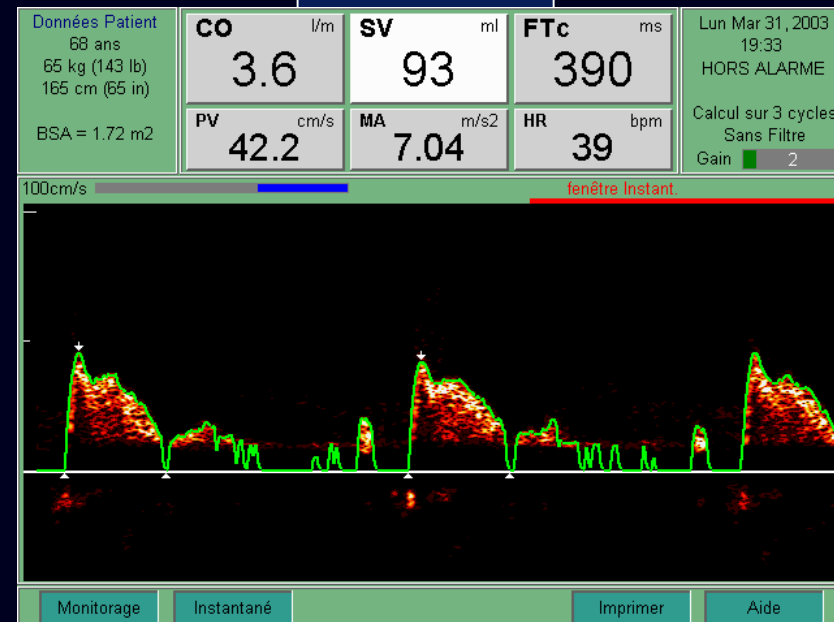
250 ml

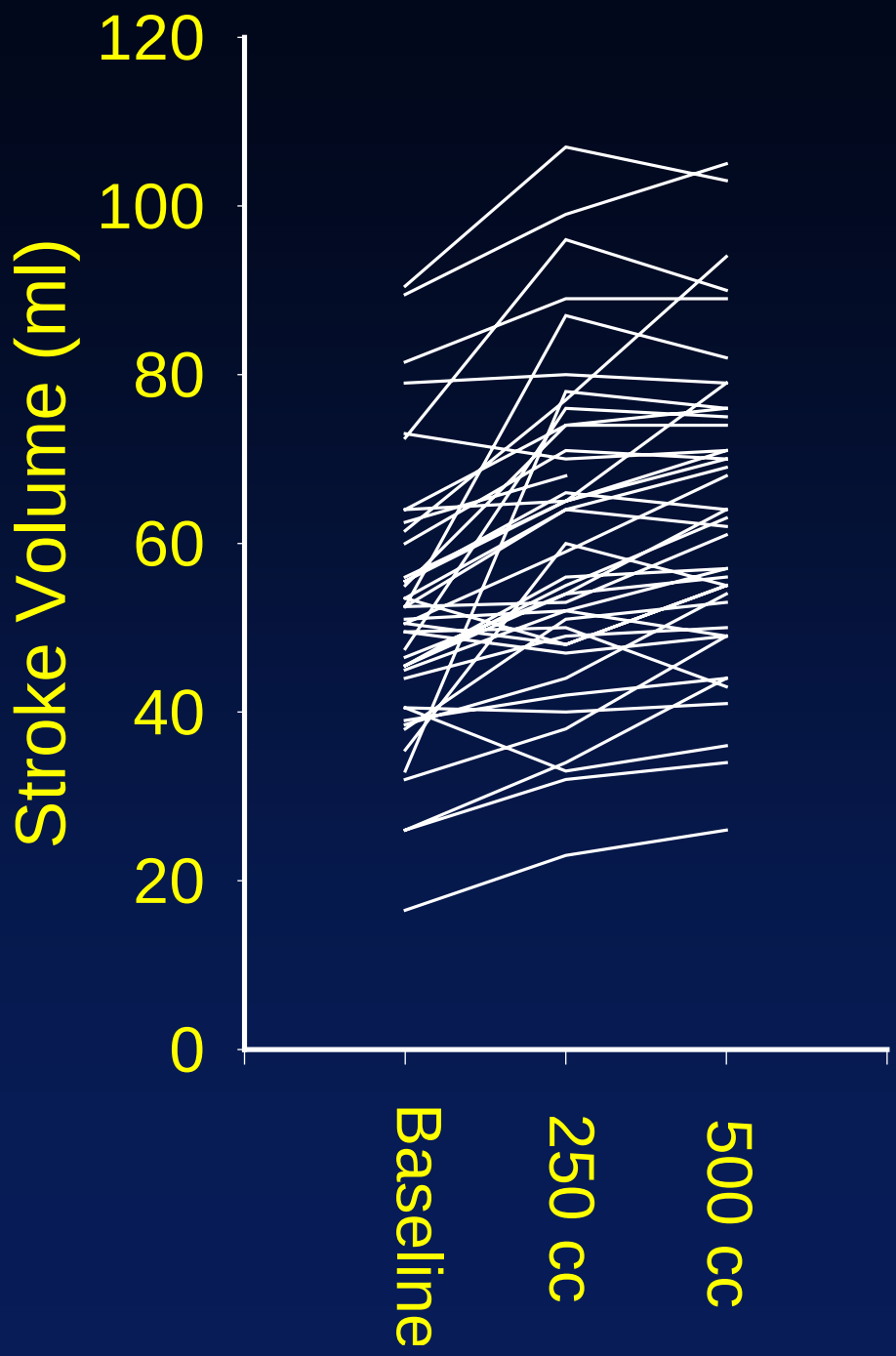


125 ml



500 ml

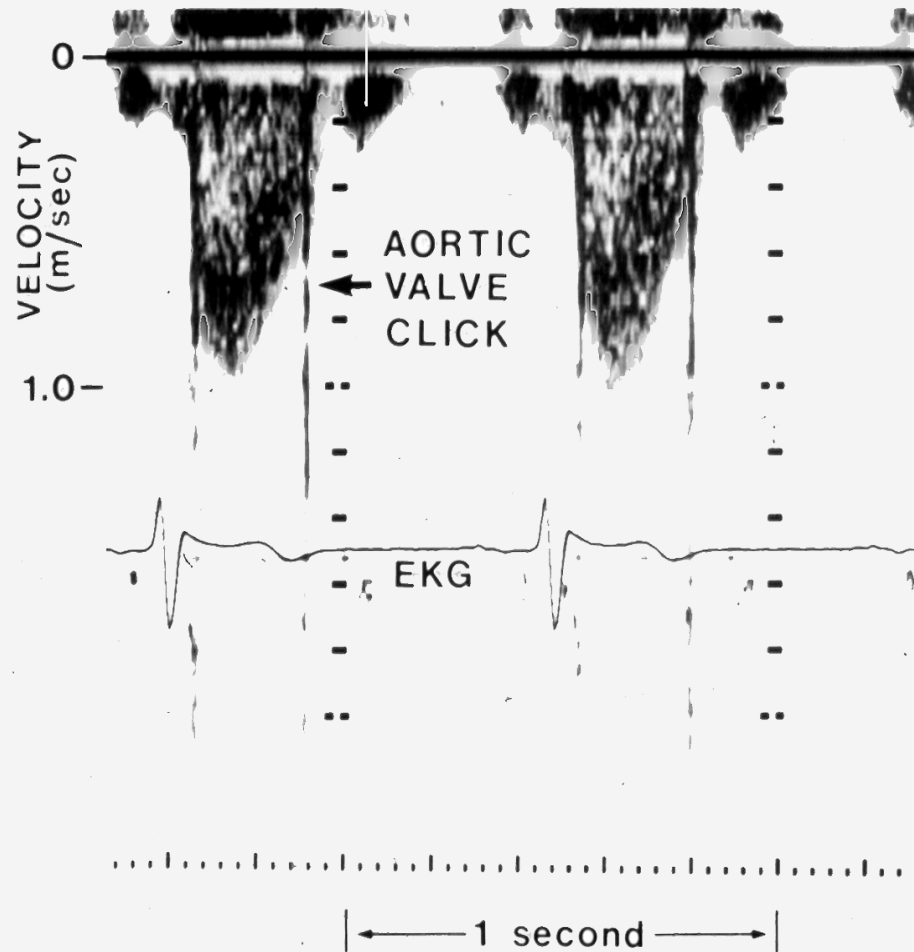




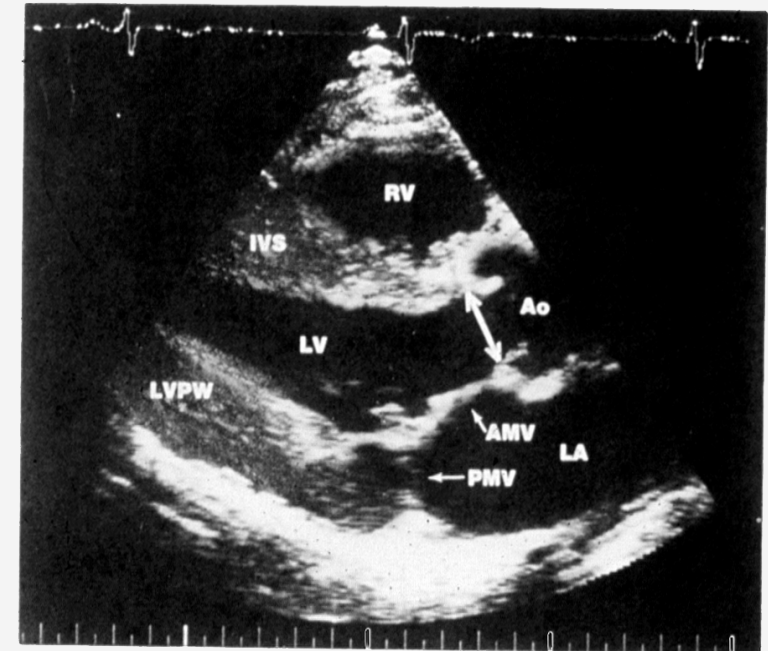
Mesurer le débit cardiaque
représente le seul moyen
effectif de déterminer la
limite supérieure du
remplissage tolérable pour
le patient

DOPPLER DETERMINATION OF CARDIAC OUTPUT

AORTIC FLOW VELOCITY INTEGRAL



CROSS-SECTIONAL AREA OF PROXIMAL AORTA



$$\begin{aligned} \text{CARDIAC OUTPUT} &= [(\text{STROKE VOLUME})](\text{HR}) \\ &= [(\text{MEAN FLOW VELOCITY})(\text{EJECTION TIME})(\text{CSA})](\text{HR}) \\ &= [(\text{FLOW VELOCITY INTEGRAL})(\text{CSA})](\text{HR}) \end{aligned}$$

Au total:

- Le VES est un paramètre clé pour quantifier l'effet des thérapeutiques (remplissage, agents vasoactifs)
- Sa mesure est facile et peu invasive grâce aux nouvelles techniques
- Une stratégie basée sur l'optimisation du VES peut avoir un impact bénéfique en terme de pronostic pour les patients chirurgicaux à haut risque
- A-t-on le droit de s'en passer ?