V4RS

WHITE PAPER

COLNAGO

© Colnago 2022 All Rights Reserved

INTRO

자전거는 많은 부품, 하위 시스템 및 구성 요소로 이루어진된 매우 복잡한 시스템이며, 필요한 수많은 성능이 서로 절충될 수 있습니다. 특히 탑 레벨의 프로팀을 지원할 경우에는 어떤 한 측면도 소홀히 할 수 없습니다. 하나의 레이싱 시즌, 심지어 하나의 레이스나 스테이지에서도 이기고자 하는 라이더가 타협을 해서는 안 되는 조건과 상황들을 맞닥뜨릴 때가 있습니다. 모든 레이서 조건에서 최고의 성능을 발휘하는 자전거를 개발하는 것은 어려운 일이며, 특히 개선의 출발점이 두 번의 투르 드 프랑스 우승, 모뉴먼트 레이스 우승(리에주, 롬바르디아), 클래식 레이스 우승(스트라데 비앙케, 코블 스테이지), 스프린트 피니시 우승 등 모든 종류의 레이스에서 성능을 입증받은 V3Rs일 때는 더더욱 그러합니다. 세부적인 부분을 무시하지 않으면서 진화 시킬 수 있는 유일한 방법은 초기 설계 입력부터 최종 레이스 검증, 모든 개발 단계에서 세계에서 가장 우수하고 까다로운 라이더와 직접 지속적으로 접촉하는 것입니다. 새로운 콜나고 V4Rs는 그렇게 단 한 가지를 이루기 위해 제작되었습니다:
BUILT TO WIN.

레이스에서 레이스로의 접근

새로운 V4Rs는 UAE 팀 프로 라이더들의 직접적인 의견을 바탕으로 설계되었습니다. 진화는 퍼포먼스의 모든 영역에 영향을 미쳤습니다:

a. 공기역학
b. 무게
c. 실제 동적 강성
d. 사이징 및 지오메트리
e. 설계 견고성 및 유지보수

모든 새 부품 및 구성 요소는 동일한 엄격한 검증 절차를 따릅니다:

a. 컨셉 및 디자인
b. 시제품 단계
c. 내부 테스트 및 디자인 선정
d. 실제 레이스 상황에서 전체 시스템 유효성 검사

마지막 단계는 실제로 유의미한 차이를 만드는 것입니다. 모든 하위 시스템이 함께 모여 자전거의 최종 동작을 제공하지만 최종 성능은 결코 각 컴포넌트 성능의 단순한 합으로 이루어지지 않습니다(엔지니어의 언어로 '효과 원리의 중첩은 없다'). 따라서 모든 혁신적인 테스트 방법론 및 검증에도 불구하고 개선 사항이 일관되고 단순히 다른 절충 위치의 결과가 아닌지 확인하는 가장 좋은 방법은 전체 시스템을 퍼포먼스의 극한(즉 레이스 컨디션)으로 끌고가 데이터와 피드백을 수집하는 것입니다.

a. 공기역학

V4Rs는 완전히 통합된 시스템으로 간주됩니다.
전체적인 항력을 줄이기 위해 공기역학을 연구하는 과정에서, 효과의 중첩은 효과적이지 않습니다. 전체적인 이점을 입증하려면 모든 구성 요소를 함께 개발하고 테스트해야 합니다. 제시된 모든 데이터를 헤드 유닛과 두 개의 물통케이지에 하나의 물통을 꽂은 (레이스의 중요한 순간에서 처럼) 레이스 구성의 자전거로 얻는 이유는 그때문 입니다.

이 디자인 및 개발 프로세스는 드래그에서 큰 영향을 미치는 자전거 정면 영역에서 시작되며, 직접적(공식 요인)으로 그리고 형태를 통해 전체 Cd 계수에 영향을 미칩니다.

방정식 1: 항력 공식

$$F_D = C_D A \frac{pV^2}{2}$$

F_D 항력
C_D 항력 계수
A 레퍼런스 영역
p 유체의 밀도
V 물체에 대한 유속

통합

프레임 정면 영역의 최적화는 헤드 튜브 지오메트리의 발전을 수반했습니다. 헤드 튜브 디자인은 새로운 경량 포크(최대 32mm 타이어 장착이 가능한 효과적인 타이어 클리어런스로 설계됨) 및 새로운 콕핏과 완벽하게 통합된 형태입니다. 헤드셋 어퍼 베어링이 V3Rs보다 크기 때문에 D-Shape 스티어링 칼럼 없이도 내부에서 케이블을 구동할 수 있고 전체적인 프론트 엔드 안정성을 향상시킬 수 있으면서도 전체적인 형태가 더 좋은 드래그를 보입니다. 물론 이를 위해서는 전면 면적을 더 작게 유지하고 공기역학적 형상 계수를 개선하기 위한 심층 표면 모델링 과정이 필요했습니다.

V4Rs - 새로운 콕핏 CC.01

V4Rs는 타사 스템&핸들바 시스템과도 호환되지만, 전체 플랫폼은 V3Rs에 장착된 콕핏에 비해 드래그 면적이 최대 16% 줄어든 새로운 콜나고 CC.01 콕핏으로 최적화 되었으며, 동시에 공기 흐름에 미치는 영향을 최소화하기 위해 NACA 파생 프로파일의 형태로 깔끔하고 얇게 디자인 되었습니다.

COLNAGO

이러한 공기역학적 진화는 스프린트와 가속에서 공기역학만큼이나 중요한 콕핏의 전체적인 강성을 줄이지 않고 이뤄졌습니다.

또한 완벽한 조화와 낮은 항력을 위해 콕핏은 Wahoo Bolt V2와 호환되는 3D 프린트로 제작된 새로운 사이클링 컴퓨터 서포트가 제공됩니다. (추가 호환성은 아직 발표되지 않음). 이 디테일은 놀랍고 깨끗한 미학적 효과 외에도 50km/h에서 측정 가능한(!) 0.75W* 절약을 제공하며, 이는 구성 요소의 적은 면적을 고려할 때 매우 의미가 있는 결과입니다.

* WAD = 가중 평균 항력(즉, 이러한 조건에서 발생할 확률로 가중된 서로 다른 YAW 각도에서의 힘의 합).

COLNAGO

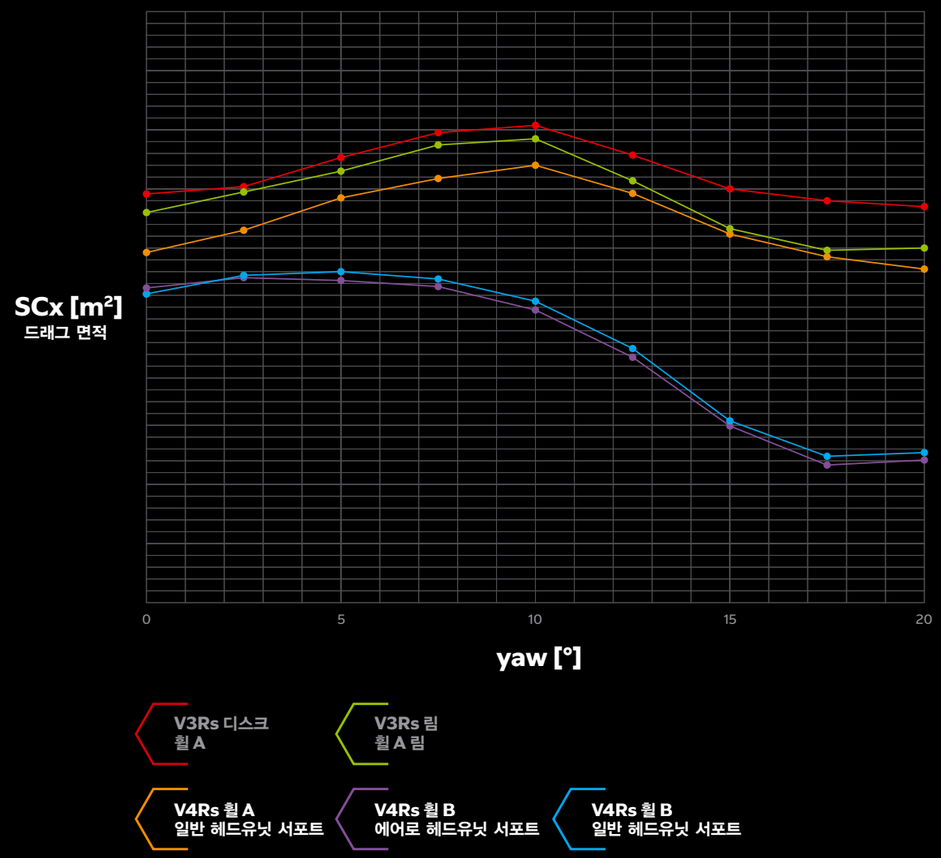
결과 및 데이터

모든 데이터는 50km/h의 풍속으로 수집되었습니다.

휠 A는 V3Rs와 V4Rs의 비교에서 일정하게 유지되는 기본 레퍼런스 휠입니다. 콜나고 엔지니어들의 연구는 다양한 휠에 대한 평가를 거쳤으며, 완전히 최적화된 플랫폼의 장점을 보여주기 위해 매칭 휠(휠 B)의 결과가 제시되었습니다.

자전거 단독 – 레이스 레디 설정

(헤드 유닛, 두 개의 물통 케이지, 하나의 물통 장착)



그래프 1: 회전하는 바퀴에 페달링 없는 독립 실행형 자전거를 플로팅 했을때 드래그 면적 변화 (포지티브 YAW 에서)

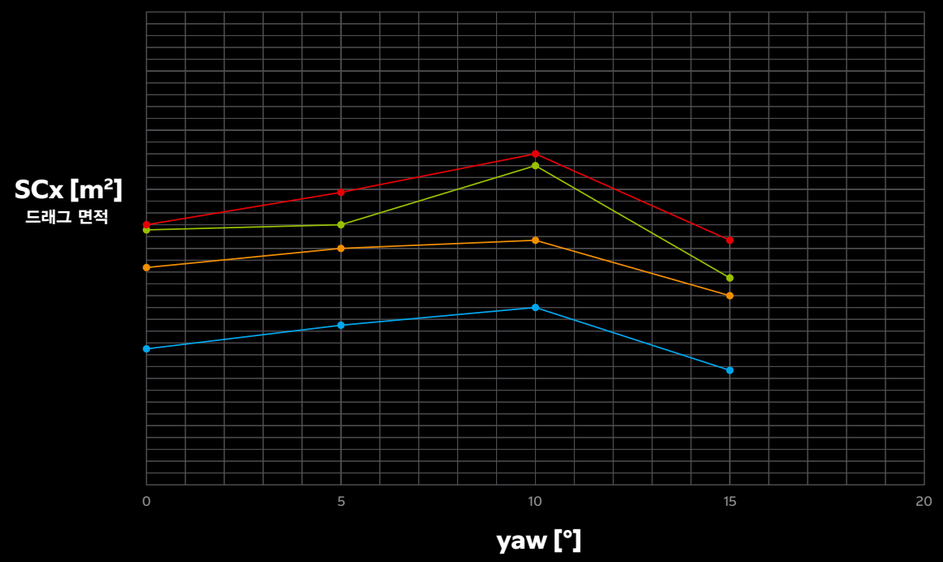
표 1: 회전하는 바퀴가 있고 페달을 밟지 않는 독립형 자전거의 절약치

바람없음 (0°) & WAD, 라이더 스피드 50 km/h	V3Rs 림 휠 A 림	V4Rs 휠 A 일반 헤드유닛 서포트	V4Rs 휠 B 에어로 헤드유닛 서포트	V4Rs 휠 B 일반 헤드유닛 서포트
Saving [%]				
0°	2%	6%	10%	9%
WAD	4%	4%	14%	16%
Saving [Watt]				
0°	2,2	6,5	11,2	10,6
WAD	4,5	5,2	17,5	19,2

실제 레이싱 설정

(자전거 + 페달링 라이더 @90rpm + 헤드 유닛 및 서포트 + 물통 1개 및 물통 케이지 2개)

실외 조건에 최대한 가깝게 테스트하기 위해 실제 라이더가 일정한 rpm으로 페달을 밟는 상태에서 실제 레이싱 설정 테스트를 수행했습니다.
제시된 결과는 측정 변동성을 줄이기 위해 수행된 각 설정에 대한 3가지 데이터 수집의 평균입니다.



V3Rs 디스크 휠 A

V3Rs 림 휠 A 림

V4Rs 휠 A 에어로 헤드유닛 서포트

V4Rs 휠 B 에어로 헤드유닛 서포트

그래프 2: 실제 레이싱 셋업에서의 드래그면적 변화
표 2: 실제 레이싱 셋업에서의 절약치

바람없음 (0°) & WAD, 라이더 스피드 50 km/h	V3Rs 림 휠 A 림	V4Rs 휠 A 에어로 헤드유닛 서포트	V4Rs 휠 B 에어로 헤드유닛 서포트
Saving [%]			
0°	0%	2%	5%
WAD	1%	3%	6%
Saving [Watt]			
0°	0,8	7,7	20,0
WAD	3,9	13,2	27,7

그래프 및 표 읽기에 대한 참고 사항:

V3Rs와 V4Rs의 비교는 갈색과 주황색 곡선의 차이입니다(동일한 휠 A).

파란색 곡선은 가장 잘 매칭되는 휠(휠 B)로 얻은 추가 이득을 보여줍니다. 일반 헤드유닛 서포트 장착시는 하늘색, 에어로 헤드유닛 서포트 장착시는 진한 파란색 라인입니다.

가로축의 'Yaw'는 날개 붙임각입니다. 예를 들어, 0°yaw는 바람이 완전히 자전거 진행 방향으로 불고 있음을 의미하고, 45°는 바람이 라이더와 같은 속도로 측면 방향으로 완벽하게 불고 있음을 의미합니다. 과학 문헌에 따르면 가장 일반적인 라이딩은 조건은 0°에서 12.5°이며, 일부 강한 측면 돌풍으로 인해 더 큰 요가 발생할 수 있지만 일반적이진 않습니다.

WAD(Weighted Average Drag/가중평균항력)는 각 조건에서 발생할 확률로 가중치가 부여된 다양한 요(yaw)에서의 항력을 고려합니다(낮은 각도의 경우 무거운 무게, 큰 각도의 경우 가벼운 무게). 이는 다양한 조건에서 평균값(또는 절약치)을 나타냅니다. 즉, 실제 바람 및 트랙 기능에 따라 각 라이딩(또는 레이스)에 대한 효과적인 절약치는 더 낮거나 높을 수 있습니다.

모든 절감치는 휠 A가 장착된 V3Rs 디스크 자전거와 비교하여 계산됩니다.

b. 무게

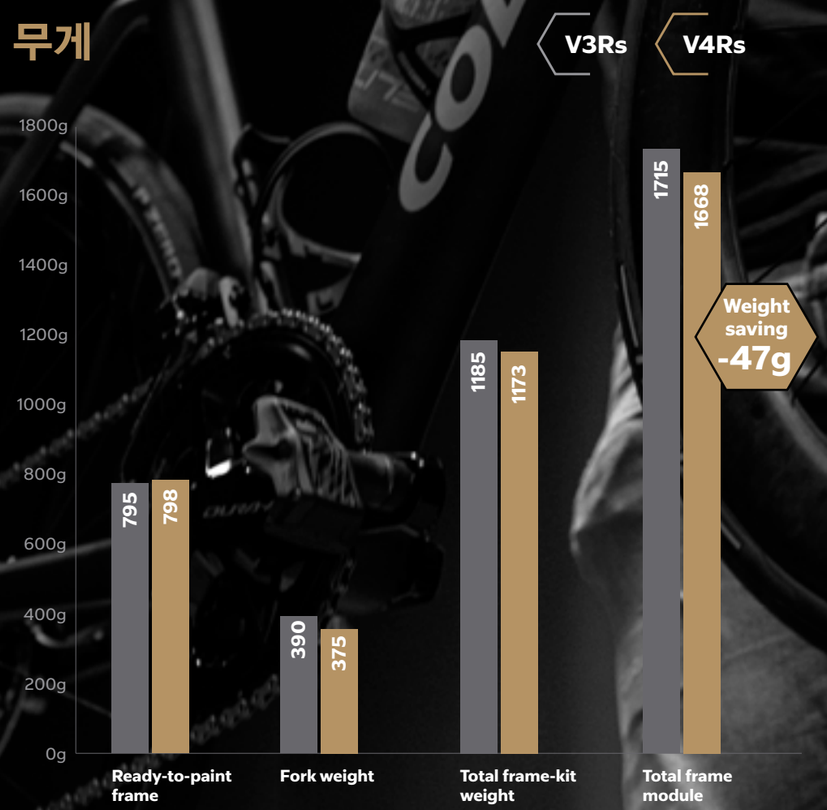


표 3 다양한 모듈 구성 요소의 무게 및 절약(V3Rs 50사이즈 vs V4Rs 48.5사이즈)

도색 준비 단계 프레임 무게는 탈착식 부품 없이 도색 단계 전에 측정됩니다.

총 프레임 키트 무게는 도색 전 프레임과 포크 무게의 합입니다.

전체 프레임 모듈:
-V3RS 프레임 키트 + SR9 + HBR41 + 헤드 세트
-V4RS 프레임 키트 + CC.01 + 헤드 세트

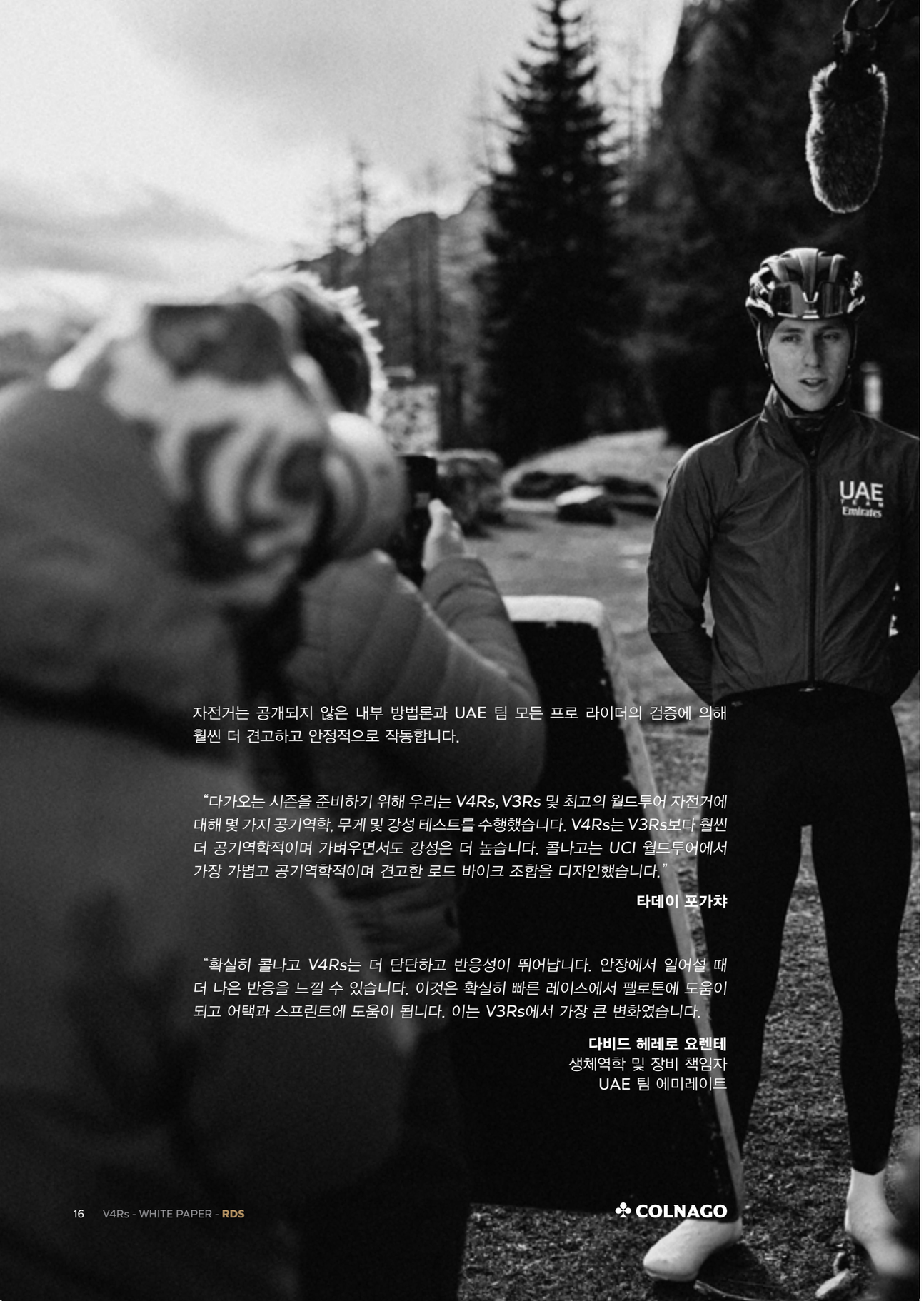
c. 실제 동적 강성 접근법 (RDS)

자전거를 타는 동안, 자전거 전체에는 동시 다발적으로 작용하는 여러 가지 하중에 노출됩니다. 이러한 여러 조건에서 동시에 프레임에 응력을 가할 수 있는 실내 테스트 절차를 복제하고 측정하기 위해, 콜나고의 엔지니어들은 정적/동적 하중과 굴곡 및 비틀림 하중을 모두 고려하는 내부 테스트 방법론을 개발해야 했습니다.
그 결과 **모든 강성이 미세 조정되고 서로 조화를 이루어 모든 레이스 궁극의 조건에서 최대의 성능과 균형을 제공하는 자전거가 탄생하게 되었습니다.**

이 접근법의 명확한 예는 정적으로 적용된 단 하나의 힘 구성 요소만 포함하는 표준 Zedler 테스트 간의 비교에서 비롯됩니다. 대부분의 공통 매개 변수는 이전 V3Rs와 관련하여 새로운 V4Rs에서 지속적으로 유지됩니다.

	헤드튜브 강성	바텀브라켓 강성
V3Rs	기준값	기준값
V4Rs	**5-10 % 낮음***	**변동없음***

*사이즈에 따라



자전거는 공개되지 않은 내부 방법론과 UAE 팀 모든 프로 라이더의 검증에 의해 훨씬 더 견고하고 안정적으로 작동합니다.

"다가오는 시즌을 준비하기 위해 우리는 V4Rs, V3Rs 및 최고의 월드투어 자전거에 대해 몇 가지 공기역학, 무게 및 강성 테스트를 수행했습니다. V4Rs는 V3Rs보다 훨씬 더 공기역학적이며 가벼우면서도 강성은 더 높습니다. 콜나고는 UCI 월드투어에서 가장 가볍고 공기역학적이며 견고한 로드 바이크 조합을 디자인했습니다."

타데이 포가챠

"확실히 콜나고 V4Rs는 더 단단하고 반응성이 뛰어납니다. 안장에서 일어설 때 더 나은 반응을 느낄 수 있습니다. 이것은 확실히 빠른 레이스에서 펠로톤에 도움이 되고 어택과 스프린트에 도움이 됩니다. 이는 V3Rs에서 가장 큰 변화였습니다.

다비드 헤레로 요렌테
생체역학 및 장비 책임자
UAE 팀 에미레이트

우리는 페달을 밟고 앉은 자세의 하중을 모사하고 전체 프레임 변형과 강성을 확인하기 위한 내부 방법론을 만들었습니다. 그런 다음 RDS(Real-Dynamic Stiffness)라고 부르는 것을 정의하고 결합된 다중 하중 조건에서 특성화할 수 있었습니다. 특히 검증된 하중 상황에서 모든 프로토타입을 비교했습니다:

SP: 스프린트 포지션, 즉 핸들바와 바텀 브라켓에 가해지는 하중의 조합으로, 두 구성 요소가 전면 삼각형 평면에 놓여 있고 프레임 평면에 수직으로 배치되어 있으며, 진동 캠버의 휨 및 비틀림 응력을 시뮬레이션하는 것을 목표로 합니다.

ST: 시팅 포지션, 하중은 전면 삼각형의 동일한 평면에만 적용되어 올라운드 라이딩을 재현합니다.

표 5: 스프린트 포지션 & 시팅 포지션에서의 실제 동적 강성(RDS)

	RDS-SP (스프린트 포지션)	RDS-ST (시팅 포지션)
V3Rs	기준값	기준값
V4Rs	**4% 강성 증가**	**5% 강성 증가**

테스트 기계 및 방법론은 특허 출원 중이므로 일부 스크린샷 및 정보만 공개됩니다.

스프린트

스프린트 위치에서 라이더는 준선이 자전거의 축에서 벗어난 페달에 힘을 가합니다.
또한 핸들바를 밀고 당기는 팔의 도움으로 많은 힘이 발생하여 정면 영역에 스트레스가 가해집니다.

시팅 클라이밍

앉은 오르막 자세에서는 팔에 약간의 하중이 가해지고 대부분의 무게가 후면 삼각형에 가해집니다.
이러한 힘의 분포는 등반이 가파르고 앉아서 경사로를 올라야 할 때 더욱 두드러집니다.

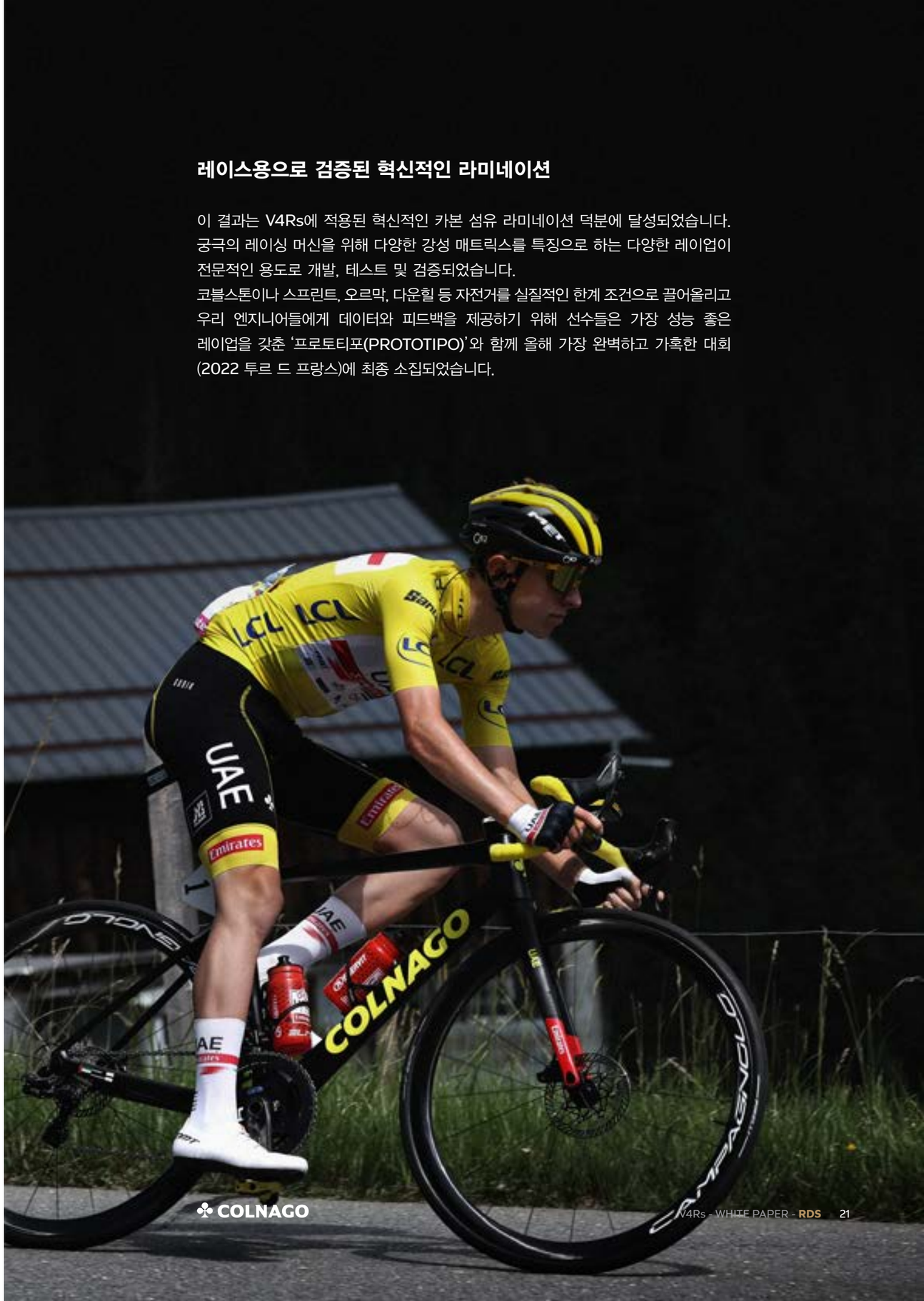
파베 (코블스톤)

거친 지형의 경우 지면을 통해 양쪽 바퀴에 고주파 충격이 발생합니다.
이러한 충격은 사이클리스트의 신체에서 발생하는 힘, 즉 체중과 페달을 밟는 힘에 의해 야기되는 스트레스와 결합됩니다.

COLNAGO

레이스용으로 검증된 혁신적인 라미네이션

이 결과는 V4Rs에 적용된 혁신적인 카본 섬유 라미네이션 덕분에 달성되었습니다.
궁극의 레이싱 머신을 위해 다양한 강성 매트릭스를 특징으로 하는 다양한 레이업이 전문적인 용도로 개발, 테스트 및 검증되었습니다.
코블스톤이나 스프린트, 오르막, 다운힐 등 자전거를 실질적인 한계 조건으로 끌어올리고 우리 엔지니어들에게 데이터와 피드백을 제공하기 위해 선수들은 가장 성능 좋은 레이업을 갖춘 '프로토티포(PROTOTIPO)'와 함께 올해 가장 완벽하고 가혹한 대회(2022 투르 드 프랑스)에 최종 소집되었습니다.

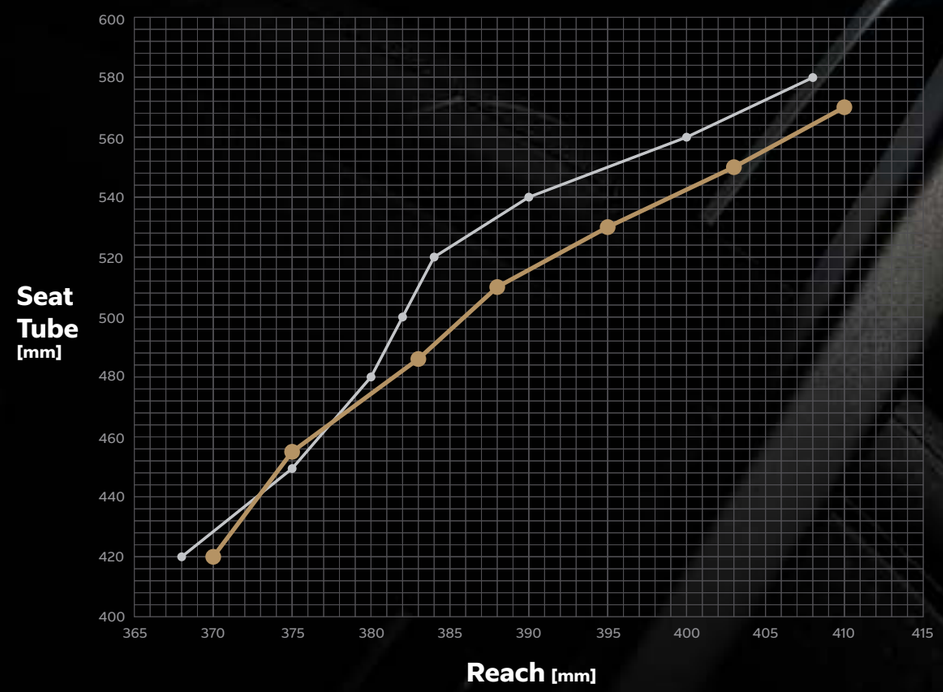


COLNAGO

d. 사이징, 핸들링 및 레이싱 “느낌”

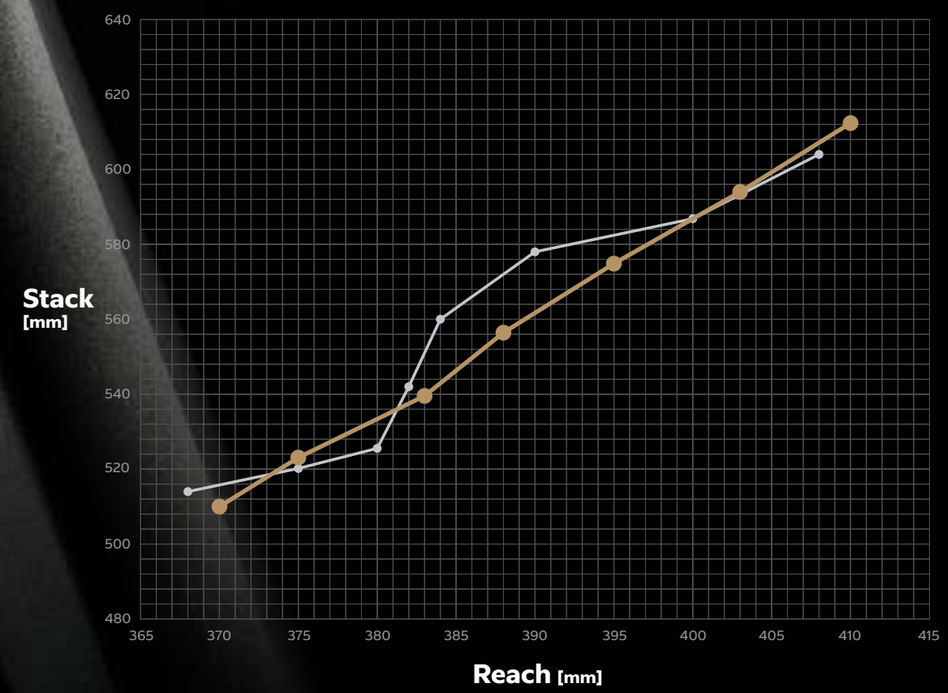
프로 선수들의 피드백을 기반으로 지오메트리(특히 리치 및 스택)가 수정되어 V3Rs에 비해 모든 사이즈에서 훨씬 더 균형 잡힌 성능을 발휘합니다. V4Rs의 경우 시트 튜브 길이와 리치 사이의 관계는 거의 선형입니다. 즉, 더 쉽고 정확한 사이즈 선택과 각 라이더에 대한 더 많은 위치 조정 가능성을 의미합니다.

또한 스택/리치 비율이 모든 사이즈에서 최적화 및 조화를 이루었으며 체인스테이 길이가 감소되었습니다.
이 지오메트리 구조는 모든 사이즈에서 더 나은 균형, 동력 전달 및 동일한 레이스 느낌을 제공합니다.



그래프 3: 시트 튜브 길이 vs 리치

V3Rs V4Rs



그래프 4: 스택 vs 리치

V3Rs V4Rs

e.

전체적인 견고성: 충돌 가치 및 유지보수

자전거의 전반적인 디자인 견고성은 클래식 레이스 뿐만 아니라 3주간 진행되는 그랜드 투어에서도 중요할 수 있습니다. V3Rs에 비해 새로운 V4Rs은 레이스 조건에서 충격을 받을 수 있는 가장 많이 노출된 부품의 충돌 가치를 크게 향상시킵니다. 완전히 새로운 디자인의 시트 스테이는 공기역학적 형태뿐만 아니라 굴곡과 충격 저항도 크게 개선된 예입니다. 또한 이 디자인의 견고성은 Ceramic Speed가 제공하는 새로운 헤드셋의 유지보수 필요성을 최소화합니다. Ceramic Speed는 SLT 기술을 독특한 고체 폴리머 및 스테인리스 스틸 구성 요소와 함께 사용하여 "베어링 고장의 가장 일반적인 원인 중 두 가지인 먼지를 통한 윤활 및 그리스 오염을 해결합니다."

COLNAGO

V 시리즈

콜나고는 2014년에 V 시리즈를 선보였습니다. 이 시스템은 가장 까다로운 자전거 사용자를 만족시키기 위해 개발된 최고급 모노코크 카본 프레임으로 구성되어 있으며, 특히 중량–성능 비율에 세심한 주의를 기울였습니다. 시리즈의 첫 번째 모델인 V1-r이 페라리와 협력하여 개발된 마지막 모델이었기 때문에 프레임의 여러 부분에 페라리의 조랑말 로고가 있습니다.

2014

V1-r은 중요한 공기역학 연구를 수행한 최초의 프레임 중 하나입니다. 포크 및 리어 스테이를 포함한 모든 튜브에는 항력을 최소화하기 위해 풍동실험에서 설계된 섹션이 있습니다. 이러한 연구는 후속 **V2-r** 및 **V3Rs** 모델에서 사용 및 구현되었습니다.

2017

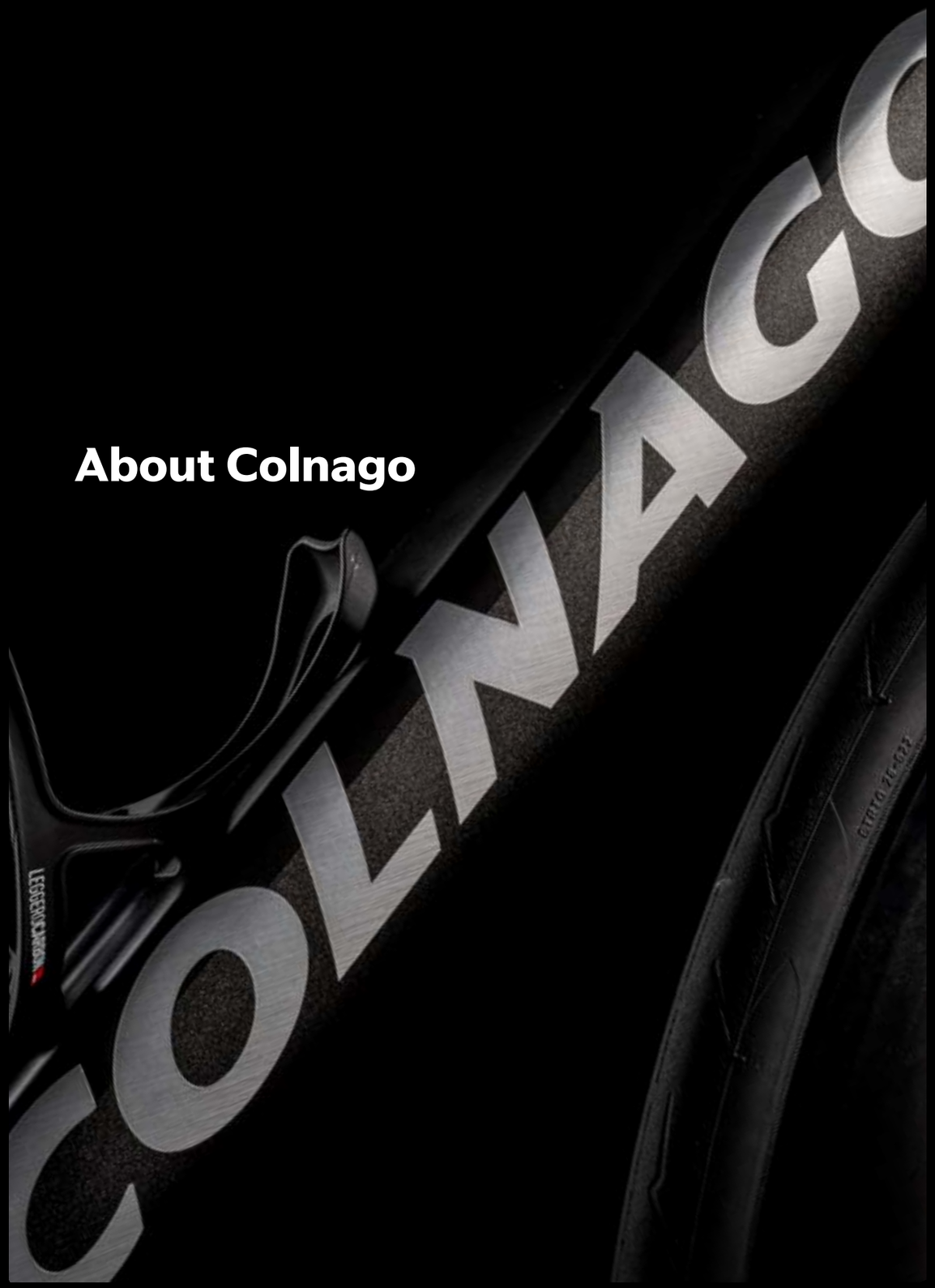
2017년에 출시된 **V2-r**은 향상된 강성, 더 나은 공기역학 및 더 깔끔한 외관을 위해 최적화되었습니다. 그것은 더 나은 카본 수지, 통합 시트 클램프, 풀 바디, 더 단단한 안장 노드 및 BB 영역 강성의 전반적인 증가를 특징으로 합니다.

2019

2019년 콜나고는 훨씬 더 가볍고 단단한 **V3Rs**를 출시했습니다. 성능 지향적인 라이더를 위한 완벽한 만능 자전거로 설계되었습니다. 이 자전거는 월드투어 라이더가 평지 및 산악 레이스에서 모두 사용했습니다. 타데이 포가챠는 V3Rs로 투르 드 프랑스 2020 및 2021에서 우승했습니다.

COLNAGO

About Colnago



콜나고로 알려진 Colnago Ernesto & C. S.r.l.은 1954년 이탈리아 캄비아고의 밀라노 근처에 설립된 고급 로드 레이싱 자전거 제조업체입니다. 이후 현대 자전거 제조의 주류가 된 카본 섬유를 포함한 새롭고 다양한 재료로 디자인 및 실험의 혁신을 담당하는 보다 창의적인 자전거 제조업체 중 하나가 되었습니다.

중요한 콜나고의 우승에는
18 올림픽 금메달
63 세계 선수권 대회
23 그랜드 투어
41 클래식 모뉴먼트

타데이 포가챠는 콜나고 자전거를 타고 투르 드 프랑스 2020 및 2021 에디션에서 우승했습니다.

COLNAGO

odbike.co.kr
colnago.co.kr