

PupilMetrics - 사용자 매뉴얼

버전 6.1 · CNRI

목차

1. [시작하기] (#1-getting-started)
 - 1.1 [시스템 요구 사항] (#11-system-requirements)
 - 1.2 [설치] (#12-installation)
 - 1.3 [라이선스] (#13-licensing)
 - 1.4 [첫 실행] (#14-first-launch)
 - 1.5 [데스크톱 창 및 키보드 단축키] (#15-desktop-window--keyboard-shortcuts)
2. [안구 이미지 촬영] (#2-capturing-eye-images)
 - 2.1 [촬영 워크플로우] (#21-the-capture-workflow)
 - 2.2 [카메라 소스 선택] (#22-camera-source-selection)
 - 2.3 [품질 제어 카메라 모드] (#23-quality-gated-camera-mode)
 - 2.4 [수동 카메라 모드] (#24-manual-camera-mode)
 - 2.5 [USB / UVC 홍채경 (Dino-Lite)] (#25-usb--uvc-iriscope-dino-lite)
 - 2.6 [PLR 비디오 모드] (#26-plr-video-mode)
 - 2.7 [갤러리에서 가져오기] (#27-import-from-gallery)
 - 2.8 [좋은 촬영을 위한 팁] (#28-tips-for-a-good-capture)
3. [분석 결과 읽기] (#3-reading-the-analysis-results)
 - 3.10 [시각 분석 도구] (#310-visual-analysis-tools)
 - 3.10.1 [CLAHE 대비 향상] (#3101-clahe-contrast-enhancement)
 - 3.10.2 [홍채 3D 릴리프 뷰어] (#3102-iris-3d-relief-viewer)
 - 3.10.3 [색소 밀도 히트맵] (#3103-pigment-density-heatmap)
 - 3.10.4 [주석 모드] (#3104-annotation-mode)
 - 3.10.5 [양안 나란히 비교] (#3105-side-by-side-eye-comparison)
 - 3.10.6 [연속 스캔 타임라인] (#3106-serial-scan-timeline)
 - 3.10.7 [가버 필터 텍스처 분석] (#3107-gabor-filter-texture-analysis)
 - 3.10.8 [국소 이진 패턴 (LBP) 기질 분류기] (#3108-local-binary-pattern-lbp-stroma-classifier)
 - 3.10.2E [홍채 3D 릴리프 뷰어 - 향상판] (#3102e-iris-3d-relief-viewer--enhanced-edition)
 - 3.11 [고급 홍채 연구 툴킷] (#311-advanced-iris-research-toolkit)

- 3.11.1 [홍채 러버시트 전개 (Daugman 정규화)] (#3111-iris-rubber-sheet-unwrapping-daugman-normalisation)
 - 3.11.2 [방사형 섬유 방향 맵] (#3112-radial-fibre-orientation-map)
 - 3.11.3 [크립트 및 라쿠나 자동 감지] (#3113-crypt--lacuna-auto-detection)
 - 3.11.4 [수축 고랑 (신경 고리) 감지] (#3114-contraction-furrow-nerve-ring-detection)
 - 3.11.5 [정반사 인페인팅] (#3115-specular-reflection-inpainting)
 - 3.11.6 [이색증 섹터 매핑] (#3116-heterochromia-sector-mapping)
 - 3.11.7 [양안 구조적 유사도 지수 (SSIM-OD/OS)] (#3117-bilateral-structural-similarity-index-ssim-odos)
 - 3.11.8 [Frangi 혈관성 - 섬유 능선 강화] (#3118-frangi-vesselness--fibre-ridge-enhancement)
 - 3.11.9 [GLCM Haralick 텍스처 패널] (#3119-glcm-haralick-texture-panel)
 - 3.11.10 [홍채 서명 및 세션 검증] (#31110-iris-signature--session-verification)
 - 3.11.11 [다중 프레임 융합 및 초해상도 촬영] (#31111-multi-frame-fusion--super-resolution-capture)
 - 3.12 [PLR 신호 분석 개선] (#312-plr-signal-analysis-enhancements)
 - 3.12.1 [수축 동역학 - 속도, 진폭, 잠재기] (#3121-constriction-kinetics--velocity-amplitude-latency)
 - 3.12.2 [재산동 시간 (T75)] (#3122-redilation-time-t75)
 - 3.12.3 [히푸스 - 자발 진동 감지] (#3123-hippus--spontaneous-oscillation-detection)
 - 3.12.4 [PLR 트레이스의 스펙트럼 (푸리에) 분석] (#3124-spectral-fourier-analysis-of-the-plr-trace)
4. [환자 관리 및 내보내기] (#4-patient-management--exports)
- 4.1 [환자 정보 양식] (#41-patient-information-form)
 - 4.2 [스캔 기록] (#42-scan-history)
 - 4.3 [PDF 보고서] (#43-pdf-report)
 - 4.4 [일반 텍스트 보고서 (TXT)] (#44-plain-text-report-txt)
 - 4.5 [JSON 데이터 내보내기] (#45-json-data-export)
 - 4.6 [공유 및 파일링] (#46-sharing--filing)
 - 4.7 [Windows 기본 인쇄] (#47-native-windows-print)
 - 4.8 [Excel 스캔 기록 내보내기] (#48-excel-scan-history-export)
5. [자연 의학 치료 패널] (#5-natural-medicine-therapy-panels)
- 5.1 [치료 모듈 활성화] (#51-enabling-the-therapy-modules)

- 5.2 [구역 소견이 치료 패널을 구동하는 방식] (#52-how-zone-findings-drive-the-therapy-panels)
 - 5.3 [허브 추천 패널] (#53-herbal-recommendations-panel)
 - 5.4 [영양 추천 패널] (#54-nutrition-recommendations-panel)
 - 5.5 [카이로프랙틱 상관 패널] (#55-chiropractic-correlations-panel)
 - 5.6 [TCM 상관 패널] (#56-tcm-correlations-panel)
 - 5.7 [치료 패널 통합 읽기] (#57-reading-therapy-panels-together)
6. [체질 홍채학] (#6-constitutional-iridology)
- 6.1 [배경 및 이론적 기초] (#61-background--theoretical-basis)
 - 6.2 [34 가지 체질 유형] (#62-the-34-constitutional-types)
 - 6.3 [체질 유형 선택] (#63-selecting-a-constitutional-type)
 - 6.4 [분석 결과의 체질 패널] (#64-constitutional-panel-in-analysis-results)
 - 6.5 [PDF 보고서의 체질 섹션] (#65-constitutional-section-in-the-pdf-report)
 - 6.6 [임상 지침 및 제한 사항] (#66-clinical-guidance--limitations)
7. [PDF 보고서 내보내기] (#7-exporting-pdf-reports)
- 7.1 [PDF 출력에 영향을 미치는 요소] (#71-what-affects-the-pdf-output)
 - 7.2 [보고서 언어] (#72-report-language)
 - 7.3 [파일 이름 및 저장 위치] (#73-file-naming-and-save-location)
 - 7.4 [이미지 압축] (#74-image-compression)
 - 7.5 [PDF 재생성] (#75-regenerating-a-pdf)
8. [설정 및 사용자 지정] (#8-settings--customization)
- 8.1 [전체 설정 참조] (#81-complete-settings-reference)
 - 8.2 [언어] (#82-language)
 - 8.3 [구역 오버레이 및 관찰자 메모] (#83-zone-overlay--observer-notes)
 - 8.4 [ML 비교 패널] (#84-ml-comparison-panel)
 - 8.5 [정보 및 지원] (#85-about--support)
 - 8.6 [고급 연구 툴킷 설정] (#86-advanced-research-toolkit-settings)
9. [임상 및 법적 면책 조항] (#9-clinical--legal-disclaimers)
- 9.1 [사용 목적] (#91-intended-use)
 - 9.2 [의학적 진단이 아님] (#92-not-a-medical-diagnosis)
 - 9.3 [치료 패널 면책 조항] (#93-therapy-panel-disclaimers)
 - 9.4 [PLR 비디오 모드] (#94-plr-video-mode)
 - 9.5 [데이터 개인 정보 보호] (#95-data-privacy)
 - 9.6 [이미지 보관] (#96-image-retention)

- 9.7 [지식 재산권] (#97-intellectual-property)
- 9.8 [고급 기능의 연구 전용 면책 조항] (#98-research-only-disclaimers-for-advanced-features)

1. 시작하기

1.1 시스템 요구 사항

```
| 플랫폼 | 최소 요구 사항 |
|-----|-----|
| **Windows** (주요) | Windows 10 64 비트, 4 GB RAM, 홍채경용 USB 2.0 포트 |
| **Android** | Android 8.0+, 홍채경용 USB OTG 지원 |
| **iOS** | iOS 14+, iPhone 8 이상 |
```

Windows 에서 초기 라이선스 활성화를 위해 인터넷 연결이 필요합니다. 이후 사용은 완전히 오프라인으로 가능합니다.

1.2 설치

Windows 데스크톱

1. PupilMetrics 설치 프로그램(`PupilMetrics_Setup.exe`)을 실행합니다.
2. 설치 프로그램이 애플리케이션을 `Program Files\PupilMetrics`에 배치하고 바탕화면 바로가기 생성합니다.
3. Dino-Lite 홍채경을 사용하는 경우 실행 전에 **DNVideoX** 드라이버를 설치하십시오 (섹션 2.5 참조).

Android

Google Play 스토어에서 설치하거나 제공된 APK 를 로드합니다.

iOS

Apple App Store 에서 설치합니다.

1.3 라이선스

Windows - 라이선스 티어

PupilMetrics 는 Windows 에서 머신에 바인딩된 라이선스를 사용합니다. 첫 실행 시 무료 체험판을 시작하거나 라이선스 키를 입력하라는 메시지가 표시됩니다.

```
| 티어 | 기간 | 머신 수 |
|----|-----|-----|
| **체험판** | 14 일, 전체 기능 | 1 |
| **스탠다드** | 1 년 | 1 |
| **프로페셔널** | 영구 | 1 |
| **엔터프라이즈** | 영구 | 여러 대 |
```

****무료 체험판 시작****

라이선스 화면에서 ****무료 체험판 시작****을 클릭합니다. 14 일 카운트다운이 즉시 시작됩니다. 체험 기간 동안 모든 기능을 사용할 수 있습니다 – 신용 카드가 필요하지 않습니다.

****라이선스 키 입력****

1. CNRI 에서 라이선스 키를 구매합니다.
2. 라이선스 화면에서 키를 ****라이선스 키**** 필드에 붙여넣고 ****활성화****를 클릭합니다.
3. 활성화 시 `licenses.cnri.edu`에 연결하여 키를 머신 ID 에 바인딩합니다.
4. 활성화 후 PupilMetrics 는 무기한으로 오프라인에서 작동합니다.

****체험판 만료****

체험판이 만료되면 시작 시 라이선스 화면이 나타납니다. 구매한 라이선스 키를 입력하여 전체 액세스를 복원합니다.

> ****참고:**** 새 머신으로 라이선스를 이전하려면 이전 머신 ID 의 바인딩을 해제하기 위해 CNRI 지원팀에 문의해야 합니다.

Android 및 iOS – 인앱 구매

모바일에서 라이선스는 RevenueCat 을 통해 App Store / Google Play 에서 처리됩니다. 페이월 화면에서 ****구독**** 또는 ****구매****를 탭하여 전체 앱을 잠금 해제합니다.

1.4 첫 실행

라이선스 취득 후 앱을 열 때마다 다음 흐름을 따릅니다:

...

라이선스 확인

↓

스플래시 화면

↓

환자 정보 화면 ← 이름, 생년월일, 메모 입력

↓

카메라 모드 선택기 ← 각 눈의 촬영 방법 선택

↓

안구 촬영 (우안 다음 좌안)

↓

분석 및 결과 화면

...

****환자 정보 화면****

진행하기 전에 최소한 환자 이름을 입력하십시오. 생년월일은 연령 정규화된 PI 비율 해석에 사용됩니다. 여기에 입력한 관찰자 메모는 PDF 및 텍스트 내보내기에 포함됩니다.

1.5 데스크톱 창 및 키보드 단축키

Windows 에서 PupilMetrics 는 최소화, 최대화, 닫기 컨트롤이 있는 사용자 지정 제목 표시줄을 사용합니다. 창 크기를 자유롭게 조절할 수 있습니다.

| |
|-----------------------------|
| 단축키 동작 |
| ----- ----- |
| `F11` 전체 화면 전환 |
| `Ctrl + H` 스캔 기록 열기 |
| `Escape` 뒤로 가기 / 대화 상자 닫기 |

****자연 의학**** 설정 패널 (허브, 영양, 카이로프랙틱, TCM 토글) 과 ****클리닉/진료소 이름**** 필드는 어느 화면에서나 제목 표시줄의 설정 아이콘에서 접근할 수 있습니다.

2. 안구 이미지 촬영

2.1 촬영 워크플로우

PupilMetrics 는 항상 ****우안 (OD)을 먼저****, 그런 다음 ****좌안 (OS)****을 촬영합니다. 이 관행은 표준 임상 홍채학 표기법과 일치합니다. 분석을 실행하려면 두 이미지를 모두 촬영해야 합니다.

카메라 모드 선택기 화면에서 각 눈에 대해 독립적으로 촬영 방법을 선택할 수 있지만, 실제로는 두 눈 모두 같은 소스가 사용됩니다.

2.2 카메라 소스 선택

카메라 모드 선택기의 눈 카드를 탭하여 소스 선택기를 엽니다. 다음 소스를 사용할 수 있습니다:

- | 모드 | 최적 용도 |
- |-----|-----|
- | 품질 제어 후면 카메라 | 폰/태블릿 – 자동 선명도 및 노출 게이트 |
- | 품질 제어 전면 카메라 | 모바일에서 셀피 촬영 |
- | 수동 카메라 | 직접 카메라 제어, 수동 셔터 |
- | USB / UVC 홍채경 (Dino-Lite) | USB 를 통한 전문 홍채경 |
- | PLR 비디오 모드 | 동공 광반사(비디오 분석) |
- | 갤러리에서 가져오기 | 이전에 저장한 홍채 사진 재분석 |

2.3 품질 제어 카메라 모드

품질 제어 모드는 스마트폰과 태블릿에서 권장하는 촬영 방법입니다. 실시간 품질 분석기가 각 프레임을 수락하기 전에 확인하여 흐릿하거나 노출이 잘못된 이미지가 분석에 들어가는 것을 방지합니다.

****작동 방식****

게이트는 5 가지 기준을 동시에 평가합니다:

- | 기준 | 허용 범위 | 감지 내용 |
- |-----|-----|-----|
- | ****선명도**** | 점수 ≥ 100 | 모션 블러, 초점이 맞지 않는 홍채 |
- | ****밝기**** | 30 – 230 (0-255 척도) | 노출 부족 및 과다 노출 |
- | ****대비**** | 점수 ≥ 30 | 평평하고 디테일이 적은 이미지 |
- | ****동공 신뢰도**** | $\geq 30\%$ | 감지 가능한 동공을 포함하는 프레임 |

| ****중심 오프셋**** | ≤ 프레임의 25% | 동공이 충분히 중앙에 있지 않음 |

****상태 표시기****

- ● 빨간 테두리 + 라이브 피드백 메시지 – 하나 이상의 기준 실패; 정지하여 위치 조정
- ● 옐로 테두리 – 경계선; 약간의 조정 필요
- ● 녹색 테두리 – 모든 기준 충족; 사진이 자동으로 촬영됨

****"눈이 아님" 거부****

자동 촬영 후에도 보조 AI 검사가 이미지에 홍채/동공이 포함되어 있는지 확인합니다. 비안구 이미지(손가락, 바닥, 옷)가 감지되면 재촬영 옵션이 있는 경고 대화 상자가 나타납니다.

****최상의 결과를 위한 팁****

- 기기를 안정시키세요 – 작은 손 움직임도 선명도가 임계값 아래로 떨어집니다.
- 고른 조명을 확보하세요; 한쪽에 직사광선이 닿지 않도록 하세요.
- 카메라를 가까이 가져가기 전에 홍채를 프레임 중앙에 위치시키세요.
- 카메라를 움직인 후 자동 노출이 안정될 때까지 2~3 초 기다리세요.

2.4 수동 카메라 모드

수동 모드는 품질 게이트 없이 카메라 셔터에 직접 접근합니다. 다음의 경우 사용하십시오:

- 정확한 촬영 시점을 완전히 제어하려는 경우.
- 타사 매크로 렌즈 어태치먼트를 사용하는 경우.
- 비표준 조명 때문에 품질 게이트가 좋은 이미지를 거부하는 경우.

셔터 버튼을 탭하여 촬영합니다. "눈이 아님" 확인은 촬영 후에도 실행됩니다.

2.5 USB / UVC 홍채경 (Dino-Lite)

PupilMetrics 는 ****Dino-Lite AM4115ZT**** 및 호환 홍채경 모델과 깊은 통합을 갖추고 있습니다.

Windows (DNVideoX 를 통한 Dino-Lite)

****전제 조건****

- 첫 사용 전에 Dino-Lite 웹사이트에서 Dino-Lite ****DNVideoX**** ActiveX 드라이버를 설치합니다.
- PupilMetrics 를 실행하기 전에 USB 를 통해 홍채경을 연결합니다.

****작동 방식****

PupilMetrics 는 경량 백그라운드 브리지 프로세스(`dinolite_bridge.exe`)를 시작하여 DNVideoX COM 인터페이스를 통해 홍채경과 통신합니다. 라이브 미리 보기가 앱에 표시됩니다.

****촬영****

- ****MicroTouch 버튼**** (권장): Dino-Lite 배럴의 물리적 버튼을 누릅니다. 이미지가 즉시 촬영되고 앱이 다음 눈으로 진행합니다.
- ****화면 버튼****: 물리적 버튼에 접근할 수 없는 경우 앱의 촬영 버튼을 탭합니다.

****LED 제어****

홍채경 LED 링은 촬영 화면에서 직접 토글하고 밝기를 조절할 수 있습니다.

****문제 해결****

| |
|---|
| 증상 해결 방법 |
| ---- ----- |
| 카메라가 감지되지 않음 USB 케이블을 뽑았다가 다시 연결; 앱 재시작 |
| 블랙 미리 보기 DNVideoX 드라이버가 설치되지 않음; Dino-Lite 웹사이트에서 설치 |
| MicroTouch 버튼이 응답하지 않음 미리 보기가 나타난 후 버튼이 활성화될 때까지 2 초 대기 |

Android (USB OTG 를 통한 Dino-Lite)

****USB OTG 어댑터****를 사용하여 홍채경을 Android 기기에 연결합니다. 앱이 UVC 카메라 화면에서 기기를 자동으로 감지합니다. 연결 상태 표시기가 촬영 화면 상단에 나타납니다. 화면 셔터 버튼을 사용하여 촬영합니다.

> ****참고:**** Android 기기에서 USB OTG 가 지원되고 활성화되어 있어야 합니다.

2.6 PLR 비디오 모드

PLR(동공 광반사) 비디오 모드는 빛 자극에 대한 동공의 반응을 기록하여 시간 경과에 따른 수축 속도와 진폭 측정을 가능하게 합니다.

****사용 시기****

정적 홍채 형태뿐만 아니라 신경학적 동공 반응을 평가해야 할 때 PLR 모드를 사용합니다.

****촬영 방법****

1. 카메라 모드 선택기에서 ****PLR 비디오****를 선택합니다.
2. 전면 또는 후면 카메라와 어느 눈인지 선택합니다.
3. 시작 전에 방을 어둡게 합니다.
4. ****녹화****를 탭합니다 – 화면이나 외부에서 빛 자극이 제시됩니다.
5. 동공 수축/확장 사이클이 프레임별로 기록되고 분석됩니다.

PLR 결과는 별도의 결과 화면에 나타나며 표준 홍채 분석과 결합되지 않습니다.

2.7 갤러리에서 가져오기

****갤러리에서 가져오기****를 사용하여 분석을 위해 이전에 저장한 홍채 사진을 로드합니다. 다음의 경우에 유용합니다:

- 아카이브된 환자 이미지 재분석.
- 동일한 원본 사진을 사용하여 세션 간 결과 비교.
- 참조 이미지로 테스트.

****두 눈 동시에****

단일 갤러리 작업이 순서대로 우안 이미지, 그 다음 좌안 이미지를 요청합니다.

****한쪽 눈만****

이미지가 하나만 있는 경우 카메라 모드 선택기의 개별 눈 카드에서 우안 또는 좌안 중 하나에만 가져올 수 있습니다.

> ****팁:**** 갤러리 이미지는 PupilMetrics 가 관리하는 폴더에 복사되므로 원본 파일은 수정되지 않습니다.

2.8 좋은 촬영을 위한 팁

촬영 모드에 관계없이 다음 방법이 최상의 분석 결과를 생성합니다:

****조명****

- 확산된 균일한 조명을 사용하세요 - 내장 홍채경 LED 링이 이상적입니다.
- 홍채에 강한 그림자가 생기지 않도록 하세요.
- 각막에 천장 조명이 반사되지 않도록 하세요; 약간의 위치 조정으로 대부분의 반사를 제거할 수 있습니다.

****거리 및 프레이밍****

- 홍채가 프레임 너비의 최소 50%를 차지해야 합니다.
- 홍채를 중앙에 유지하세요; 프레임 가장자리 근처의 동공은 이심을 정확도를 낮춥니다.
- Dino-Lite 의 경우 최적 초점 거리는 눈에서 약 2~3 cm 입니다.

****안정성****

- 모션 블러를 없애기 위해 기기를 놓거나 손을 받치세요.
- 비자발적인 안구 운동을 최소화하기 위해 환자에게 먼 곳을 고정하도록 요청하세요.
- 자연스러운 눈 깜빡임 중단 중에 촬영하세요 - 이미지 품질 게이트가 눈 깜빡임 중에 촬영된 프레임을 자동으로 거부합니다.

****등급 가이드****

분석 후 각 눈에 품질 등급이 부여됩니다:

| 등급 | 의미 |
|-------|---------------------------|
| **A** | 높은 신뢰도 - 모든 지표가 최적 범위 내 |
| **B** | 좋은 신뢰도 - 경미한 제한, 결과 신뢰 가능 |
| **C** | 신뢰도 감소 - 가능하면 재촬영 고려 |
| **D** | 낮은 신뢰도 - 임상 사용 전 재촬영 권장 |

섹션 3 으로 계속: 분석 결과 읽기 →

3. 분석 결과 읽기

두 안구 촬영이 처리되면 PupilMetrics 는 6 개의 측정 영역을 포함하는 상세한 결과 화면을 표시합니다. 이 섹션에서는 각 지표의 의미, 계산 방법, 그리고 임상적으로 값이 무엇을 나타내는지 설명합니다.

> ****사용 범위:**** 모든 측정값은 임상 지원 도구 및 교육 참고 자료로 제공됩니다. 역사적 홍채학 및 자율 신경 반사 연구에 기반합니다. PupilMetrics 는 진단 기기가

아닙니다. 결과는 항상 완전한 환자 평가의 맥락에서 자격을 갖춘 실무자에 의해 해석되어야 합니다.

3.1 홍채 구역 지도

홍채는 시계 위치로 매핑된 **8 개의 동심 방사상 구역**으로 나뉩니다. 각 구역은 해당 신체 영역의 자율 신경 반사와 역사적 연관성을 가집니다. 구역 소견 (평탄화, 돌출, ANW 이동)은 시계 위치가 아닌 구역 이름으로 보고되므로 아래 지도가 주요 참조입니다.

구역 시계 위치

| 구역 | 우안 (OD) | 좌안 (OS) | 역사적 연관 |
|-----------|---------|---------|----------------------------------|
| **상부 중앙** | 12 시 | 12 시 | 기분 조절, 에너지 패턴 (양안) |
| **상부 비측** | 1 시 | 10~11 시 | 인지, 경추 반사 |
| **중부 비측** | 2~3 시 | 9 시 | OD: 산소 활용, 심장/호흡기 · OS: 신경학적, 심장 |
| **하부 비측** | 4~5 시 | 7~8 시 | 비뇨생식기, 골반/요천골 구역 |
| **하부 기저** | 6 시 | 6 시 | OD: 신장, 하지 · OS: 신장, 배설 |
| **하부 측두** | 7~8 시 | 4~5 시 | OD: 간, 대사 · OS: 심장, 비장 |
| **중부 측두** | 9 시 | 3 시 | OD: 호흡기, 심장 · OS: 폐, 심장 |
| **상부 측두** | 10~11 시 | 1~2 시 | OD: 뇌신경, 청각 · OS: 신경식물성, 언어 |

> **미러링에 관한 참고:** 측두측과 비측은 양안 사이에서 바뀝니다. 좌안(OS)은 우안(OD)의 거울 이미지입니다 – 각 눈의 비측은 코를 향합니다.

인터랙티브 구역 오버레이

구역 지도는 결과 화면에서 홍채 사진 위에 직접 라이브 극좌표 오버레이로 사용할 수 있습니다. **구역 오버레이 표시**가 활성화되면 (설정 → §8.3) :

- 극좌표 차트의 **임의 섹터를 탭하거나 클릭**하여 식별합니다. 구역 이름과 관련 장기 시스템이 차트 이미지 바로 아래 정보 패널에 즉시 표시됩니다.
- 탭된 각 구역은 **`구역 이름 – 장기 시스템` 형식으로 관찰자 메모 필드에 자동으로 추가**됩니다. 같은 구역을 두 번 탭해도 중복 항목이 생성되지 않습니다.
- 추가 자유 형식 주석은 자동 입력된 항목과 함께 관찰자 메모 필드에 직접 입력할 수 있습니다. 모든 메모는 "관찰자 메모" 아래의 TXT 및 PDF 내보내기에 포함됩니다.

이를 통해 결과 화면을 벗어나지 않고 진료 중에 구역-장기 교차 참조를 신속하게 수행할 수 있습니다. 구조화된 임상 징후 기록에 대해서는 §8.3의 ****홍채 징후 찾기****를 참조하십시오.

3.2 PI 비율 (동공-홍채 비율)

****정의****

PI 비율은 총 홍채 직경에 대한 동공 직경의 백분율입니다. 홍채에 대한 동공 크기의 주요 측정값입니다.

****공식****

...

$$PI \text{ 비율} = (\text{동공 직경} \div \text{홍채 직경}) \times 100$$

...

****정상 범위****

표준 실내 조명에서 성인의 경우 ****20~30%****의 PI 비율이 생리적으로 정상으로 간주됩니다. 앱은 숫자 옆에 해석 레이블을 표시합니다:

| |
|------------------------|
| PI 비율 레이블 |
| ----- ----- |
| < 15% 축동 (매우 수축) |
| 15~19% 수축 |
| 20~30% **정상** |
| 31~40% 확대 |
| > 40% 산동 (매우 확대) |

****연령 정규화 비교****

동공 크기는 나이에 따라 감소하므로 PupilMetrics는 측정된 직경을 연령별 참조 범위와 비교합니다. 이 비교를 표시하려면 환자의 생년월일을 입력해야 합니다.

| |
|------------------------------------|
| 연령 그룹 예상 직경 정상 범위 |
| ----- ----- ----- |
| 영아 (< 1 세) 2.2 mm 2.0 - 2.5 mm |
| 유아 1~5 세 4.0 mm 3.5 - 4.5 mm |
| 아동 6~11 세 4.3 mm 3.8 - 4.8 mm |
| 청소년 4.2 mm 3.5 - 5.0 mm |
| 성인 20~39 세 3.5 mm 3.0 - 4.2 mm |

| 성인 40~59 세 | 3.0 mm | 2.5 - 3.5 mm |
| 노인 60 세 이상 | 2.7 mm | 2.3 - 3.2 mm |

추정 직경은 PI 비율에 가정된 평균 홍채 직경 12 mm 를 곱하여 도출됩니다.

3.3 구역 소견 - 평탄화 (FLAT) 및 돌출 (PROT)

정의

동공 가장자리는 완벽한 원에서 벗어난 국소적 편차에 대해 평가됩니다. 두 가지 유형의 편차가 감지됩니다:

| 배지 | 형태 | 역사적 해석 |
|----|-----|-----|

| **FLAT** | 동공 가장자리가 구역에서 *안쪽으로* 휨 | 해당 구역 반사 영역에서 자율 신경 긴장 감소 |

| **PROT** | 동공 가장자리가 구역에서 *바깥쪽으로* 돌출 | 해당 구역에서 교감 신경 활동 증가 |

중증도 척도

각 소견은 예상 원형 가장자리에서의 편차 백분율로 등급이 매겨집니다:

| 중증도 | 편차 | 의미 |
|-----|-----|-----|

| 정상 범위 내 | 1.5~3.0% | 경미한 변이, 임상적으로 플래그 없음 |

| 경도 | 3.0~6.0% | 주목할 만한 편차, 관찰을 위해 기록 |

| 중등도 | 6.0~10.0% | 유의한 편차, 추적 관찰 필요 |

| 현저 | > 10.0% | 강한 편차, 주요 임상 초점 |

1.5% 미만의 편차는 보고되지 않습니다. 각 구역 카드에는 중증도 백분율, 구역 이름, 눈 (OD/OS), 해당 구역의 역사적 장기 연관이 표시됩니다.

3.4 ANW 평가 (콜라렛 / 자율 신경 환)

ANW 란

ANW(Autonomic Nerve Wreath, 자율 신경 환)는 콜라렛이라고도 하며, 동공과 홍채 가장자리 사이의 약 3분의 1 지점에서 볼 수 있는 질감이 있는 고리입니다. 내측과 외측 홍채 구역 사이의 전환을 표시하며 자율 신경계의 긴장도를 반영합니다.

****ANW 비율****

이 비율은 홍채 직경에 대한 ANW 링 직경을 측정합니다.

| ANW 비율 | 상태 | 자율 신경 해석 |
|--------|--------|----------------------------------|
| < 25% | **경련** | ANW 링이 안쪽으로 수축 – 교감 신경 우세, 과긴장 |
| 25~35% | **정상** | 균형 잡힌 자율 신경 긴장도 |
| > 35% | **이완** | ANW 링이 바깥쪽으로 확장 – 부교감 신경 우세, 저긴장 |

****ANW 비대칭****

OD와 OS ANW 비율 사이의 비대칭도 측정됩니다. ****0~5%****의 비대칭은 정상입니다. 특히 한쪽 눈이 경련이고 다른 쪽이 이완인 경우, 더 큰 비대칭은 ****기능적 좌절**** 패턴으로 플래그됩니다.

****ANW 이동****

예상 위치에서 내측 또는 외측으로 ****8% 이상**** 벗어나는 ANW 링의 국소 섹터는 ANW 이동 소견 (배지: ****ANW****)으로 보고됩니다. FLAT/PROT 소견과 마찬가지로 각 이동은 시계 구역에 매핑되고 역사적 장기 연관이 할당됩니다.

****양측 비교****

두 눈이 분석된 후 양측 ANW 요약이 OD와 OS 비율을 나란히 비교하고 비대칭을 계산하며 존재하는 경우 기능적 좌절 패턴을 플래그합니다.

3.5 이심률 (동공 위치)

****정의****

이심률은 동공 중심이 홍채의 기하학적 중심에서 얼마나 벗어나 있는지를 홍채 반경의 백분율로 측정합니다.

| 이심률 | 분류 |
|------|--------------------------------|
| < 5% | **정상** – 생리적 범위 내에서 동공이 중앙에 위치 |
| ≥ 5% | **주목** – 방향 패턴과 함께 이심률이 플래그됨 |

****방향 패턴****

이심률이 주목할 만한 경우 방향이 명명된 패턴으로 보고됩니다:

| 방향 | 패턴 이름 | 구역 함의 |
|---------|-------|-------------------------|
| 코를 향해 | 비측 | OD: 폐 반사 · OS: 심장 반사 |
| 코에서 멀어져 | 측두측 | 신장, 생식 구역 |
| 위쪽 | 전두 | 대뇌, 인지 구역 |
| 아래쪽 | 기저 | OD: 두개내압 반사 · OS: 대뇌 패턴 |
| 상내측 | 상부 비측 | OD: 간담도 · OS: 비장, 횡격막 |
| 상외측 | 상부 측두 | 신장, 생식 구역 |

이심률 각도는 수평에서의 도수(0~360°)로도 보고되어 도식화를 위한 정밀한 방향 정보를 제공합니다.

3.6 타원성 (동공 형태)

****정의****

타원성은 동공의 원형도를 동공의 단축과 장축의 비율로 측정합니다(100% = 완전한 원, 낮을수록 더 타원형).

| 타원성 | 분류 |
|-------|-----------------------------|
| ≥ 95% | **정상** - 본질적으로 원형 |
| < 95% | **이상** - 동공 형태 편차 감지 |

****동공 형태 유형****

타원성이 정상 임계값 아래로 떨어지면 타원의 방향을 평가하여 형태 유형을 결정합니다:

| 형태 | 설명 | 역사적 연관 |
|-------|--------------|-----------------|
| 원형 | 정상적인 등근 동공 | 패턴 없음 |
| 수평 타원 | 높이보다 너비가 넓음 | 호흡기/선체 자율 신경 구역 |
| 수직 타원 | 너비보다 높이가 높음 | 뇌 순환 구역 |
| 대각 타원 | 기울어진 타원 | 비뇨생식기 구역 반사 |
| 현형 | 한쪽에 평평한 가장자리 | 국소 자율 신경 영향 |
| 불규칙 | 불균일한 왜곡 | 여러 자율 신경 구역 영향 |

3.7 동공 부동증 (동공 크기 차이)

정의

동공 부동증은 PI 비율의 절대 백분율 차이로 표현된 우안과 좌안 사이의 동공 크기 차이입니다.

| 절대 차이 | 중증도 | 임상 메모 |
|-------|---------|------------------------|
| < 2% | **없음** | – 정상 범위 내 생리적으로 대칭 |
| 2~4% | **경도** | 생리적일 수 있음; 모니터링 |
| 4~8% | **중등도** | 주목할 만한 비대칭; 관찰을 위해 플래그 |
| > 8% | **중증** | 유의한 비대칭; 연구 관찰 플래그 |

중등도 및 중증 동공 부동증은 TBI(외상성 뇌 손상) 지표 플래그를 활성화하며, 결과 및 PDF 보고서에 기록됩니다. 이 플래그는 연구 관찰 참조이며 진단 소견이 아닙니다.

더 큰 동공 (OD 또는 OS)과 절대 차이가 양측 비교 카드에 표시됩니다.

3.8 신뢰 점수 및 하이브리드 융합

PupilMetrics 는 모든 이미지에 대해 **두 개의 독립적인 분석 파이프라인**을 실행하고 출력을 단일 신뢰 점수로 융합합니다.

클래식 CV (픽셀 기반)

클래식 컴퓨터 비전 파이프라인은 전체 해상도 이미지에서 원 감지, 방사형 샘플링, 경계점 분석을 사용합니다. 픽셀 정밀도의 홍채 및 동공 경계를 생성합니다.

ML 모델 (ONNX)

머신 러닝 모델(`cnri_model.onnx`)은 감지된 홍채를 중심으로 한 정규화된 224x224 크롭으로 크기 조정된 홍채 이미지로 훈련된 신경망입니다. PI 비율, 이심률, 타원성, 이심률 각도의 4 개 회귀 값을 출력합니다.

하이브리드 신뢰 공식

4 개의 구성 요소가 가중치가 적용되어 결합됩니다:

| 구성 요소 | 가중치 | 측정 내용 |
|-------|-------|-------|
| ----- | ----- | ----- |

| 촬영 품질 | 20% | 품질 게이트의 이미지 선명도, 밝기, 대비 |
| 클래식 CV 신뢰도 | 35% | Hough 유사 홍채 파인더의 원 감지 점수 |
| ML 타당성 | 20% | ML 출력이 해부학적으로 합리적인 범위 내에 있는지 여부 |
| 모델 간 합의 | 25% | 두 파이프라인이 PI 비율 (80%), 타원성 (10%),
이심률 (10%)에서 얼마나 일치하는지 |

융합 신뢰도는 백분율로 표시되며 친숙한 등급에 매핑됩니다:

| 융합 신뢰도 | 등급 |
|--------|-------|
| > 75% | **A** |
| 60~75% | **B** |
| 45~60% | **C** |
| < 45% | **D** |

안전 상한선

클래식 CV 신뢰도가 25% 아래로 떨어지거나 촬영 품질이 30% 아래로 떨어지면 다른 구성 요소에 관계없이 융합 점수가 각각 40% 또는 50%로 제한됩니다. 이를 통해 기초 이미지가 불량한 경우 항상 보수적인 등급이 생성됩니다.

두 파이프라인이 불일치하는 경우

클래식과 ML 결과가 PI 비율에서 크게 다를 경우 (허용 오차 > 10%), 합의 구성 요소가 하이브리드 점수를 낮춥니다. 설정에서 "ML 비교 표시"가 활성화된 경우 개별 클래식 및 ML 값이 참조용으로 결과에 표시됩니다.

3.9 스캔 기록

완료된 모든 분석은 자동으로 로컬 데이터베이스에 저장됩니다. 이전 스캔 접근:

- **키보드 단축키:** `Ctrl + H` (Windows)
- 결과 화면의 **스캔 기록 버튼**

각 기록 레코드에는 모든 지표, 구역 소견, ANW 평가, PDF 경로, 환자 정보를 포함한 전체 분석 결과가 저장됩니다. 레코드를 다시 열어 전체 결과를 보거나 PDF를 재생성할 수 있습니다.

3.10 시각 분석 도구

분석 결과 화면에는 홍채 이미지 아래의 칩 바와 버튼 행에서 활성화할 수 있는 6 가지 선택적 시각 도구가 있습니다. 이 도구들은 비파괴적 – 저장된 분석 데이터를 변경하지 않습니다; 오버레이와 뷰어 전용입니다.

3.10.1 CLAHE 대비 향상

기능

CLAHE (대비 제한 적응형 히스토그램 균등화)는 전체 이미지에 전역적으로 균등화하는 대신 작은 겹치는 타일의 히스토그램을 균등화함으로써 홍채 이미지의 로컬 대비를 향상시킵니다. 효과는 밝은 영역을 날리지 않고 원본 캡처에서 희미해질 수 있는 음와, 섬유 질감, 열공, 구역 경계 세부 정보를 부각시키는 것입니다.

사용 방법

분석 화면에서 ****향상**** 칩을 탭합니다. 칩은 원본 이미지와 향상된 이미지 사이를 전환합니다. 처리는 백그라운드 아이슬레이트 (별도 실행 스레드)에서 실행되므로 계산 중에도 UI는 반응성을 유지합니다.

도움이 되는 경우

- 짙은 갈색 기질에 대해 섬유 세부 정보를 보기 어려운 짙은 혈액형 홍채
- 동공-홍채 경계가 부드러운 과다 노출 이미지
- 체질 평가 전 음와, 방사상 고랑, 소 열공 등 세밀한 구조적 세부 정보 확인

변경하지 않는 것

CLAHE는 표시 작업 전용입니다. 대비 향상된 이미지는 화면에 표시되지만 분석 파이프라인에서는 사용되지 않습니다. 모든 지표 (PI 비율, 구역 소견, ANW 등)는 향상 칩이 활성화 여부와 관계없이 원본 캡처 이미지에서 도출됩니다.

> ****팁:**** CLAHE는 체질 유형 특징을 검사할 때 특히 유용합니다. 섬유 질감 (조밀 vs. 성긴), 토피 정의, 열공 패턴을 평가하기 전에 활성화하십시오.

3.10.2 홍채 3D 릴리프 뷰어

기능

3D 릴리프 뷰어는 홍채를 인터랙티브 3D 높이 맵 지형으로 렌더링합니다 – 각 픽셀의 휘도가 고도 값에 매핑되어 밝은 홍채 영역 (용기된 섬유, 토피, 돌출부)이 높은 지형으로, 어두운 영역 (음와, 열공, 고랑)이 계곡으로 보이는 지형이 생성됩니다.

렌더링 엔진은 이미지를 512 × 512 작업 해상도로 다운샘플링하고 128 × 128 삼각형 메시를 구축하여 단일 프레임에서 채워진 3D 서페이스로 그립니다. 색상 텍스처는 원본 홍채 이미지에서 직접 가져오므로 모든 색소 세부 정보가 3D로 보존됩니다.

****뷰어 열기****

분석 화면에서 ****3D 릴리프**** 칩을 탭합니다. 뷰어는 전체 화면 다이얼로그 (740 × 640 px)로 열립니다.

****조작 방법****

- | 입력 | 동작 |
- |-----|-----|
- | ****마우스 드래그 (수평)**** | 수직 (Y) 축을 중심으로 모델 회전 |
- | ****마우스 드래그 (수직)**** | 모델을 위/아래로 이동 |
- | ****스크롤 휠**** | 시야각 기울기 조절 (더 가파르게 / 더 완만하게) |
- | ****Alt + 스크롤 휠**** | 수직 패닝 |
- | ****3D 레벨 슬라이더**** (1-100) | 높이 과장 – 낮은 값 = 더 강한 릴리프, 높은 값 = 더 평탄 |
- | ****줌 - / + 버튼**** | 확대/축소 (25%~400%) |
- | ****리셋 버튼**** | 기본 시야각, 줌, 패닝 복원 |

****기본 보기****

뷰어는 ~56° 기울기 각도, Y 회전 없음, 3D 레벨 35 (중간 릴리프), 100% 줌으로 열립니다. 이는 전체 홍채의 편안한 지형 보기를 제공합니다.

****3D 릴리프의 임상적 통찰****

높이 맵 서페이스는 평면 2D 이미지보다 여러 구조적 특징을 더 시각적으로 명확하게 만듭니다:

- | 특징 | 3D에서의 외관 |
- |-----|-----|
- | ****열공 (음와)**** | 깊은 계곡 구덩이 또는 분화구 |
- | ****토피**** | 기질 표면의 둥근 마운드 또는 능선 |

- | ****방사상 섬유**** | 윤부 (콜라렛) 에서 바깥쪽으로 방사하는 능선과 계곡의 파형 |
- | ****윤부 (ANW) **** | 내부 동공 구역과 모양체 구역을 분리하는 용기된 고리 |
- | ****색소 집중**** | 색소 밀도가 가장 높은 용기된 지형 |
- | ****스카프 림**** | 홍채 가장자리의 두꺼워진 주변 능선 |

> ****주의:**** 3D 릴리프 보기는 관찰 및 교육 목적을 위한 것입니다. 높이 맵의 구조적 깊이는 휘도 차이를 반영하며 실제 해부학적 깊이는 아닙니다. 짙은 색소는 아래 기질이 더 어둡기 때문에 인위적으로 높게 보일 수 있습니다; 이 점을 유의하여 해석하십시오.

3.10.3 색소 밀도 히트맵

****기능****

색소 밀도 히트맵은 홍채 이미지에 열화상 색상 스케일을 적용하여 홍채의 자연 색상을 짙은 파란색(가장 낮은 로컬 휘도/색소 밀도)에서 청록색, 녹색, 노란색, 주황색을 거쳐 밝은 빨간색(가장 높은 로컬 휘도/색소 농도)으로 스펙트럼을 교체합니다.

히트맵은 홍채 표면의 색소 공간 분포를 강조하여 정상 색상 보기에서 미묘할 수 있는 국소 색소 농도, 이색증 구역, 모양체 구역 어두워짐을 쉽게 식별할 수 있게 합니다.

****히트맵 열기****

분석 화면에서 ****히트맵**** 칩을 탭합니다. 칩은 홍채 이미지 위의 열화상 오버레이를 전환합니다.

****색상 스케일 읽기****

- | | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| 색상 | 의미 |
| ----- | ----- |
| **짙은 파란색/검은색** | 매우 낮은 색소 밀도 – 일반적으로 동공 부위 또는 옅은 홍채 기질 |
| **청록색/파란색** | 낮음에서 중간 밀도 |
| **녹색** | 중간 밀도 |
| **노란색/주황색** | 높은 밀도 – 담즙형/혼합 체질에서 혼함 |
| **밝은 빨간색** | 가장 높은 로컬 밀도 – 집중된 색소 침착, 스카프 림, 토피 침착 |

****임상적 응용****

- ****체질 평가**** - 색소 패턴 유형 식별 (균일하게 짙음 = 혈액형, 주변에 집중 = 담즙형/혼합, 희박 = 림프형)
- ****이색증 구역**** - 색상 비대칭이 짙은 홍채에서도 찾기 쉬운 썩기 모양의 핫스팟으로 나타남
- ****스카프 림**** - 어두워진 주변 가장자리가 히트맵에서 특징적인 밝은 빨간 띠가 됨
- ****간 구역 색소**** - 7~9 시 구역 (OD) 의 집중된 색소가 측두 사분면에서 오렌지-빨간 구역으로 명확하게 표시됨

> ****주의:**** 히트맵은 휘도를 인코딩하며 화학적 색소 농도의 직접적인 측정이 아닙니다. 높은 반사율 아티팩트 (각막 반사, 경면 반사) 가 가짜 핫스팟을 생성할 수 있습니다. 예기치 않은 밝은 부위는 원본 이미지의 맥락에서 평가하십시오.

3.10.4 주석 모드

****기능****

주석 모드를 사용하면 실무자가 홍채 이미지에 직접 자유롭게 그릴 수 있습니다 - 관심 영역을 원으로 표시하거나, 특정 열공을 표시하거나, ANW 고리 위치를 추적하거나, 이미지와 함께 보존해야 할 시각적 메모를 추가할 수 있습니다.

****컨트롤****

```
| 컨트롤 | 동작 |
|-----|-----|
| **주석** 칩 | 주석 모드 진입/종료 |
| **이미지에 그리기** | 청록색 스타일러스 선으로 자유 그리기 |
| **실행 취소** 버튼 | 마지막으로 그린 획 제거 |
| **지우기** 버튼 | 모든 주석 획 제거 |
| **PNG 저장** 버튼 | 주석이 달린 홍채 이미지를 PNG 파일로 내보내기 |
```

****주석 이미지 저장****

****PNG 저장****을 탭하여 홍채 사진과 그린 모든 획의 플랫폼 컴포지트를 Windows 문서 폴더 (또는 모바일의 앱 문서 디렉토리) 에 저장합니다. 파일 이름:

...

Annotated_<환자이름>_<YYYY-MM-DD>.png

...

> ****주의:**** 주석 혹은 세션 로컬 – 데이터베이스에 유지되지 않고 결과 화면을 벗어날 때 지워집니다. 주석을 유지하려면 이동하기 전에 PNG 를 저장하십시오.

3.10.5 양안 나란히 비교

****기능****

시각 비교 다이얼로그는 OD(우안)와 OS(좌안) 홍채 이미지를 각 이미지 아래에 양측 분석 지표가 표시된 동기화된 확대 가능한 패널에 나란히 표시합니다. 양측 대칭, 비대칭 색소 침착, 두 눈 사이의 ANW 위치 차이를 시각적으로 평가하는 가장 빠른 방법입니다.

****다이얼로그 열기****

분석 결과 화면(하단 버튼 행)의 ****시각 비교**** 버튼을 탭합니다.

****패널 컨트롤****

| 컨트롤 | 동작 |
|-----|-----|
| ****핀치 줌 / 스크롤 휠**** | 패널을 독립적으로 확대하거나, 동기 패닝이 활성화된 경우 두 패널 모두 확대 |
| ****드래그**** | 패널 내 이미지 패닝 |
| ****OD 미러**** 토글 | 우안 이미지를 수평으로 뒤집어 두 홍채 모두 코 쪽이 안쪽을 향하도록 배향 – 임상 홍채학에서 사용되는 표준 양측 비교 방향 |
| ****동기 패닝**** 토글 | 활성화되면 어느 패널의 패닝 및 줌 제스처가 다른 패널에 미러링되어 동일한 배율과 위치에서 두 이미지를 동시에 탐색 가능 |

****양측 지표 패널****

두 이미지 패널 아래에 지표 비교 카드가 OD와 OS에 대해 다음 값을 나란히 표시합니다:

| 지표 | 표시 |
|-----|-----|
| PI 비율 | 백분율 + 해석 레이블 |
| 타원성 | 백분율 |
| 이심률 | 백분율 + 방향 |
| ANW 비율 | 백분율 + 경련성 / 정상 / 이완성 레이블 |

| 하이브리드 신뢰도 | 백분율 + A/B/C/D 등급 |
| 동공 부동증 (양측) | 절대 차이 백분율 + 중증도 레이블 |

****미러 규칙****

****OD 미러**** 토글은 기본적으로 켜져 있습니다. 홍채학의 표준 임상 실습에서 오른쪽 홍채는 코 쪽이 왼쪽을 향하게 보입니다(실무자가 환자와 마주할 때 해부학적으로 올바른 시점). OD를 미러링하면 두 홍채가 코 쪽이 서로 향하게 표시됩니다 – 아틀라스와 양측 비교 차트에서 사용되는 표준 규칙입니다.

3.10.6 연속 스캔 타임라인

****기능****

연속 스캔 타임라인은 현재 환자의 파일에 있는 모든 스캔에 걸쳐 최대 6개의 OD/OS 지표 시리즈를 시간순으로 표시하는 종단적 추세 차트입니다. 주요 홍채 및 동공 측정값이 예약 사이에 어떻게 변화했는지의 시각적 그림을 제공합니다.

****타임라인 열기****

스캔 기록 화면(`Ctrl + H`)에서 스캔 레코드의 ****타임라인 아이콘****을 탭합니다. 다이얼로그는 해당 환자의 이름으로 사전 필터링되어 열립니다.

****사용 가능한 지표 시리즈****

| 시리즈 | 설명 |
|--------------|--------------------|
| **OD PI%** | 시간에 따른 우안 동공-홍채 비율 |
| **OS PI%** | 시간에 따른 좌안 동공-홍채 비율 |
| **OD Elip%** | 우안 타원성(동공 원형도) |
| **OS Elip%** | 좌안 타원성 |
| **OD Conf%** | 우안 하이브리드 신뢰도 점수 |
| **OS Conf%** | 좌안 하이브리드 신뢰도 점수 |

각 시리즈는 다이얼로그 상단의 칩 컨트롤을 사용하여 독립적으로 켜고 끌 수 있습니다. 최소 하나의 시리즈는 활성화 상태를 유지해야 합니다.

****차트 인터랙션****

| 인터랙션 | 동작 |
|-----|-----|
| ****데이터 포인트 탭**** | 정확한 값과 스캔 날짜를 툴팁으로 표시 |
| ****수평 스크롤**** | 스캔이 많을 때 시간 축을 따라 좌우 탐색 |
| ****칩 전환**** | 개별 OD/OS 시리즈 표시/숨기기 |

****추세 해석 로직****

타임라인은 변화 방향을 나타내기 위해 각 시리즈에 간단한 선형 회귀선을 그립니다.
회귀는 순전히 기술적 – 임상 임계값을 적용하거나 경고를 생성하지 않습니다.

| 무엇을 볼 것인지 | 임상적 의미 |
|-----|-----|
| ****PI% 상승 추세**** | 시간에 따른 진행성 동공 확장; 자율 신경 변화 또는 노화 관련
축동 반전을 나타낼 수 있음 |
| ****신뢰도 하강 추세**** | 세션 간 이미지 품질 저하; 촬영 기술 검토 |
| ****OD/OS PI% 수렴**** | 동공 부동증 해소 – 양측 대칭 개선 |
| ****OD/OS 타원성 발산**** | 모니터링 기간 동안 한쪽 동공이 더 불규칙해짐 |

> ****최소 데이터 요구 사항:**** 타임라인을 표시하려면 동일 환자(이름으로 일치)의 스캔이
최소 2 개 필요합니다. 회귀선이 의미를 갖기 위해 최소 3 개의 스캔을 권장합니다.

> ****이름 일치:**** 환자 레코드는 환자의 정확한 이름(대소문자 구분 없음)으로
일치됩니다. 타임라인에서 모든 스캔이 올바르게 그룹화되도록 세션 간에 일관된 이름
철자를 확인하십시오.

3.10.7 가버 필터 텍스처 분석

****기능****

가버 칩은 홍채 이미지에 ****2 차원 가버 필터**** बैंक(가우시안 포락선으로 변조된 정현파
평면파)를 콘볼루션하며, 여러 공간 주파수와 방향에 맞게 조정됩니다. 각 픽셀에서의 크기
응답은 해당 픽셀이 각 스케일에서 지향성 줄무늬와 얼마나 유사한지를 기록합니다. 방향
전체를 합산하면 섬유, 선조, 방사상 고랑 및 토피 가장자리가 어두운 기질 배경에 밝은
능선으로 나타나는 ****에너지 맵****이 생성됩니다.

가버 필터링은 홍채 이미지 분석의 표준 텍스처 연산자입니다. Daugman 의 원래 홍채 코드 알고리즘의 기반이며 섬유 밀도 및 섬유 방향 정량화의 참조 도구로 남아 있습니다.

****필터 뱅크 매개변수****

기본 뱅크는 설정 (§8.6)에서 구성 가능합니다. 공장 기본값:

| |
|--|
| 매개변수 기본값 비고 |
| ----- ----- ----- |
| 스케일 수 4 공간 주파수: 0.08, 0.16, 0.32, 0.64 사이클/픽셀 |
| 방향 수 8 0°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90°, 112.5°, 135°, 157.5° |
| 가우시안 포락선 σ $2.5 \times \lambda$ 파장에 비례하는 포락선 |
| 종횡비 γ 0.5 가우시안 단축 대 장축 비율 |
| 위상 오프셋 ψ 0° (우함수) 및 90° (기함수) 크기는 $\sqrt{(\text{우함수}^2 + \text{기함수}^2)}$ 로 계산 |

****사용 방법****

****가버**** 칩을 탭합니다. 홍채 이미지는 차가운-뜨거운 그라디언트로 렌더링된 가버 에너지 맵으로 교체됩니다. 이미지 아래에 4 개의 작은 방향 스위치가 나타나 4 개의 주요 축 (수평, 수직, 두 대각선)에 대한 우세한 응답을 보여줍니다.

이미지 아래의 ****스케일 슬라이더**** (1~4)를 통해 각 공간 주파수를 독립적으로 검사할 수 있습니다. 스케일 1은 미세한 섬유 세부 정보를 강조하고, 스케일 4는 모양체 구역 및 콜라레트와 같은 거친 구조 밴드를 강조합니다.

****정량적 판독값****

| |
|---|
| 판독값 의미 일반적인 범위 |
| ----- ----- ----- |
| **섬유 밀도** 모양체 구역 전체의 평균 에너지 림프성 0.25~0.45 · 혈액성 0.10~0.25 |
| **방사상 우위성** 방사상 방향 에너지와 접선 방향 에너지의 비율 > 1.3 = 강한 방사상 (전형적인 림프성); < 0.9 = 무질서한 기질 |
| **섬유 균일성** 에너지 표준 편차의 역수 높을수록 더 규칙적 (츄츄/비단 같음); 낮을수록 불규칙/벌집 모양 |

****임상 응용****

- ****체질 분류**** - 섬유 밀도와 방사상 우위성은 림프성 그룹에서 주관적인 "츄츄 대 느슨한 섬유" 판단에 대한 객관적인 보완을 제공합니다.
- ****별집 패턴 식별**** - 낮은 균일성과 낮은 방사상 우위성은 중간엽 병리 체질의 특징입니다.
- ****기질 투명도 평가**** - 모양체 구역의 저에너지 영역은 §3.11.3의 감지 임계값 이하에서도 라쿠나나 크립트 존재와 일치하는 기질 밀도 감소를 나타냅니다.
- ****교육 참조**** - 방향 스와치는 원본 이미지에서 아직 볼 수 없는 학생들에게 기질의 방향 구조를 가시적으로 만듭니다.

> ****참고:**** 가벼운 에너지는 지향성 강도 기울기를 반영하며, 생물학적 섬유 존재 자체는 아닙니다. 밝은 색소 가장자리, 비늘 테두리 경계 및 정반사는 모두 강한 가벼운 응답을 생성합니다. 에너지 맵을 정량적으로 읽기 전에 §3.11.5를 사용하여 정반사를 억제하십시오.

3.10.8 국소 이진 패턴 (LBP) 기질 분류기

****기능****

LBP 칩은 홍채 기질에 대해 ****균일 회전 불변 국소 이진 패턴**** 기술자를 계산하고 컬러 코드화된 텍스처 맵과 LBP 패턴 분포의 히스토그램을 모두 표시합니다. LBP는 간단하지만 매우 효과적인 텍스처 연산자입니다. 각 픽셀은 반지름 R 의 원 위의 8개 이웃 픽셀과 비교되며, 임계값 처리된 패턴은 콤팩트한 정수 코드로 인코딩됩니다. 균일 회전 불변 LBP(LBP_{8,1}^{riu2} 변형)는 동일한 패턴의 모든 회전을 단일 빈으로 통합하여 캡처 시 홍채의 회전 방향에 불변하는 기술자를 만듭니다.

****사용 방법****

****LBP**** 칩을 탭합니다. 홍채 이미지는 다음 범례를 사용한 텍스처 유형 컬러 맵으로 교체됩니다:

| 패턴 클래스 | 색상 | 물리적 의미 |
|-------------|--------|---------------------------|
| 평탄 (균일한 이웃) | 진한 파란색 | 색소 필드, 고체 토피 표면 |
| 가장자리 | 청록색 | 섬유 가장자리, 라쿠나 경계, 콜라레트 테두리 |
| 모서리 | 녹색 | 섬유 교차점, 크립트 모서리 |
| 선 끝 | 노란색 | 섬유 끝 |
| 점 | 주황색 | 작은 라쿠나, 색소 점 |

| 비균일/혼합 | 빨간색 | 고엔트로피 영역 (무질서한 텍스처) |

이미지 아래에 **LBP 히스토그램** 막대 그래프가 홍채 전체에서 각 패턴 클래스의 빈도를 보여줍니다. 두 눈이 모두 계산된 경우 **OD/OS 히스토그램 비교**가 나타나 두 홍채의 텍스처 서명을 시각적으로 비교할 수 있습니다.

****파생 지수****

| 지수 | 공식 | 해석 |

| ----|-----|-----|

| **텍스처 엔트로피** | LBP 빈에 대한 $-\sum p_i \log p_i$ | 높을수록 무질서한 기질; 낮을수록 균일한 텍스처 |

| **평탄 패턴 비율** | 평탄 빈 / 합계 | 혈액성에서 높음; 신경 민감성에서 낮음 |

| **가장자리 패턴 비율** | 가장자리 빈 / 합계 | 촘촘한 섬유 림프성에서 높음; 섬유 밀도의 프록시 |

| **OD/OS 텍스처 유사성** | 히스토그램 교차 | 0~100%; > 85%는 양측 대칭 기질 시사 |

****임상 응용****

- **체질 하위 분류** - LBP 히스토그램 모양은 넓은 체질 그룹에 대해 진단적입니다; 텍스처 엔트로피와 평탄 패턴 비율을 함께 사용하면 림프성 (낮은 엔트로피, 낮은 평탄 비율)과 혈액성 (중간 엔트로피, 높은 평탄 비율)과 담즙성/혼합 (높은 엔트로피, 가변적)을 구별합니다.

- **양측 대칭** - OD/OS 텍스처 유사성은 구조적 양측 대칭에 대한 단일 숫자 점수를 제공합니다; 현저히 낮은 값은 측면 체질 표현이나 측면 후천적 변화를 나타낼 수 있습니다.

- **중단적 모니터링** - 텍스처 엔트로피는 연속 스캔 타임라인 (§3.10.6)에 선택적 계열로 추가되어 단일 정량적 추세로 시간 경과에 따른 기질 변화를 추적할 수 있습니다.

> **팁:** LBP를 활성화하기 전에 CLAHE (§3.10.1)를 실행하면 어두운 혈액성 홍채의 가장자리 패턴 분리가 향상됩니다. 국소 대비 균등화 후 가장자리 및 모서리 클래스가 훨씬 깨끗해집니다.

> **가버와의 관계:** 가버와 LBP는 보완적입니다. 가버는 방향성이 있고 다중 스케일입니다; LBP는 회전 불변이고 스케일 특정입니다. 완전한 텍스처 지문을 원하는 임상가는 둘 다 실행하고 나란히 읽어야 합니다.

3.10.2E 홍채 3D 릴리프 뷰어 – 향상판

버전 6.1+는 기존 3D 릴리프 뷰어 (§3.10.2)를 크게 확장합니다. 원래 뷰어의 모든 컨트롤은 변경되지 않습니다; 아래에 나열된 추가 기능은 뷰어 대화 상자의 오른쪽 가장자리에서 슬라이드 인되는 새 ****도구**** 사이드 패널로 나타납니다.

****표면 렌더링****

| 컨트롤 | 옵션 | 효과 |

|-----|-----|-----|

| ****셰이딩 모드**** | 부드러운 · 평탄 · 와이어프레임 · 포인트 | 부드러운은 기존 기본값; 평탄은 개별 삼각형 면을 강조; 와이어프레임은 메시 구조만 표시; 포인트는 높이 맵을 점구름으로 표시 |

| ****메시 밀도**** | 낮음 (64^2) · 중간 (128^2) · 높음 (256^2) · 울트라 (512^2) | 릴리프 메시의 삼각형 수를 제어합니다. 울트라는 미시적 세부 정보를 생성하지만 데스크톱에서만 권장됩니다 |

| ****투영**** | 원근 · 정사 | 정사 투영은 단축을 제거하며 두 특징 사이의 상대적 높이를 측정하는 데 선호됩니다 |

****색상 및 텍스처****

| 컨트롤 | 옵션 | 효과 |

|-----|-----|-----|

| ****팔레트**** | 포토 텍스처 · 열화상 · Viridis · 지형 · 회색조 · 깊이 착색 · 색소 밀도 | 포토 텍스처는 기존 기본값. 새 팔레트는 원본 사진 대신 높이를 색상으로 매핑하여 릴리프 구조를 더 읽기 쉽게 만듭니다 |

| ****텍스처 혼합**** | 0~100% | 선택한 팔레트와 사진 텍스처를 혼합; 색소와 릴리프를 동시에 보는 데 유용합니다 |

| ****오버레이**** | 없음 · 구역 극좌표 그리드 · 콜라레트 링 · 시계 마커 | 3D 표면에 직접 오버레이를 그립니다. 구역 극좌표 그리드는 2D 결과 화면과 동일한 오버레이로 릴리프에 투영됩니다 |

****조명****

| 컨트롤 | 범위 | 효과 |

|-----|-----|-----|

| ****광원 방위각**** | $0^\circ \sim 360^\circ$ | 지향성 광원의 수평 각도 – 낮은 각도에서의 "레이크 조명"은 높은 각도에서 보이지 않는 미묘한 릴리프를 극적으로 드러냅니다 |

| ****광원 고도**** | 0°~90° | 지향성 광원의 수직 각도 |
| ****환경 광 수준**** | 0~100% | 전역 채움 광 - 낮은 값은 고대비 릴리프를 위한
그림자를 깊게 합니다 |
| ****프리셋: 레이크 NE/NW/SE/SW**** | - | 표준 홍채학 릴리프 검사를 위한 원터치
프리셋 각도 |

****카메라 프리셋****

| 프리셋 | 카메라 위치 |
|-----|-----|
| ****위에서 내려보기**** | 직상 (고도 90°, 기울기 0°) - 2D 사진과 동일 |
| ****가로**** | 약 56° 기울기, 0° 회전 - 기존 기본값 |
| ****측면 프로파일**** | 고도 0° - 콜라레트 능선 높이 측정을 위한 순수 측면 뷰 |
| ****3/4 뷰**** | 고도 45°, 회전 30° - 교과서 프레젠테이션 각도 |
| ****궤도 애니메이션**** | 초당 10°로 Y 축 주위를 360° 회전 |

****단면 슬라이서****

| 슬라이스 유형 | 설명 |
|-----|-----|
| ****방사상 슬라이스**** | 동공 중심에서 사용자 선택 시계 각도 (0°~360°)를 따라 외부로
절단합니다. 단일 구역의 콜라레트, 모양체 구역 및 주변부 릴리프 프로파일을 드러냅니다
|
| ****자오선 슬라이스**** | 전체 홍채를 가로지르는 수평 또는 수직 절단. 양측 프로파일
비교에 유용합니다 |
| ****자유형 슬라이스**** | 위에서 내려보기 뷰 위로 선을 드래그하여 임의의 슬라이스
경로를 정의합니다 |

슬라이스 프로파일 뷰는 다음을 보여줍니다:

- Y 축에 높이 (정규화 0~1)
- X 축에 슬라이스를 따른 거리
- 동공 가장자리, 콜라레트 위치 및 홍채 테두리의 컬러 마커
- 시각적 비교를 위한 기준 영선

****차분 릴리프****

****하이패스 필터**** 슬라이더는 높이 맵의 가우시안 블러 처리 사본을 원본에서 빼냅니다.
슬라이더의 낮은 값은 홍채의 넓은 전역 곡률에서 크립트, 작은 라쿠나, 개별 섬유와 같은

미세 스케일 특징을 분리합니다. 이는 기질 밀도의 대규모 변화에 시각적으로 지배되는 토피와 작은 라쿠나를 분리하는 데 특히 효과적입니다.

****스테레오 애나글리프 모드****

****애나글리프 (빨간색/청록색)****를 토글하여 3D 뷰를 빨간색/청록색 스테레오 쌍으로 렌더링합니다. 표준 빨간색/청록색 애나글리프 안경을 사용하면 릴리프가 설득력 있게 3차원이 되어 크립트와 라쿠나의 깊이 인식이 회전 단안 뷰가 달성할 수 있는 것 이상으로 향상됩니다.

****양안 이중 창 3D****

****양안 보기**** 버튼은 왼쪽에 OD, 오른쪽에 OS가 있는 분할 창 레이아웃으로 3D 뷰어를 엽니다. 모든 컨트롤(조명, 슬라이서, 팔레트, 카메라)은 기본적으로 두 창 사이에서 동기화되며, 독립적인 검사가 필요한 경우 ****동기화**** 토글로 분리할 수 있습니다.

****내보내기 형식****

| 내보내기 | 생성물 |
|-----|-----|
| ****PNG 스냅샷**** | 현재 3D 뷰의 2048 × 1536 px 이미지 |
| ****턴테이블 MP4**** | 30fps, H.264 인코딩의 6초 360° 회전 애니메이션 |
| ****턴테이블 GIF**** | MP4와 동일하지만 10프레임 루프 GIF(작은 파일, 낮은 품질) |
| ****STL 메시**** | 릴리프 표면의 3D 인쇄 가능 메시; 모든 3D 인쇄 슬라이서에 로드 가능 |
| ****OBJ + 텍스처**** | 교육 시각화를 위한 Blender / ZBrush / Three.js 가져오기용 텍스처 메시 |

> ****참고:**** 3D 뷰어의 높이는 계속해서 해부학적 깊이가 아닌 휘도를 반영합니다(§3.10.2 참조). 새 팔레트와 조명 모드는 미묘한 릴리프를 더 잘 인식할 수 있게 하지만 이 근본적인 주의 사항을 변경하지는 않습니다. 고밀도 색소 영역은 여전히 인위적으로 높아 보일 수 있습니다. 따라서 단면 측정은 절대적인 해부학적 높이가 아닌 ****상대적 비교****입니다.

3.11 고급 홍채 연구 툴킷

연구 툴킷은 시각적 비교 버튼 뒤에 위치한 분석 결과 화면의 하단 버튼 행에서 접근할 수 있는 새로운 ****연구**** 탭입니다. 표준 칩 바 오버레이보다 더 전문화되어 있고 전용 전체 화면 작업 공간의 이점을 활용하는 도구를 모읍니다.

탭은 각 도구를 나열하는 왼쪽 가장자리 세로 도구 모음이 있는 전체 화면 대화 상자로 열립니다. 도구를 선택하면 기본 창에서 활성화됩니다. 모든 도구는 주문형으로 계산되며 세션당 눈별로 캐시됩니다.

> ****대상 독자:**** 연구 툴킷은 임상 연구를 수행하는 임상의, 대학이나 연구소 수준에서 홍채학을 가르치는 임상의, 또는 비교 사례 연구를 발표하는 임상의를 위한 것입니다. PupilMetrics의 일상적인 임상 사용에서는 이러한 도구를 사용할 필요가 없습니다.

3.11.1 홍채 러버시트 전개 (Daugman 정규화)

****기능****

러버시트 변환은 동공 안쪽과 홍채 테두리 바깥쪽으로 경계가 지어진 도넛 모양의 홍채 영역을 (반지름, 각도) 극좌표를 (x, y) 데카르트 좌표로 매핑하여 직사각형 스트립으로 변환합니다.

전개된 홍채는 거의 모든 발표된 홍채 이미지 연구에서 사용되는 표준 형식입니다. 모든 구역, 모든 섬유, 모든 크립트가 검사, 측정 및 세션 간 나란히 비교하기 쉬운 평면 이미지의 세로 스트립이나 국소적인 패치가 됩니다.

****출력****

512 × 64 픽셀 직사각형 이미지:

- ****X 축****은 각도 위치를 나타냅니다 (3 시 방향이 0°, 12 시가 90°, 9 시가 180°, 6 시가 270°)
- ****Y 축****은 정규화된 반지름을 나타냅니다 (0 = 스트립 상단의 동공 가장자리; 1 = 하단의 홍채 테두리)
- 색상과 색소는 원본 이미지에서 보존됩니다

****오버레이****

| 오버레이 | 표시 |
|-----|-----|
| 시계 스케일 | 상단 가장자리를 따른 시계 시간 마커 (1~12) |

| 구역 밴드 | 8 개의 홍채학 구역에 해당하는 세로 음영 밴드 |
| 콜라레트 선 | 감지된 콜라레트 반지름의 수평선 |
| 구역 소견 마커 | 각 FLAT / PROT / ANW 소견의 (각도, 반지름) 점 |

****임상 응용****

- ****한눈에 전체 홍채 검사**** - 전체 둘레를 보기 위한 회전이 필요하지 않습니다.
- ****섹터 비교**** - OD 및 OS 전개 스트립을 서로 겹쳐 (OS 미러링 후) 해당 섹터를 직접 비교할 수 있습니다.
- ****발표**** - 전개 표현은 홍채 연구 논문의 표준 그림입니다; PupilMetrics 는 이제 직접 내보낼 수 있습니다.
- ****교육**** - 학생들은 디스크 주위를 회전할 필요 없이 전체 구역 링이 선형으로 배치된 것을 볼 수 있습니다.

3.11.2 방사형 섬유 방향 맵

****기능****

§3.10.7 의 가버 필터 बैंक를 기반으로 방향 맵은 전개된 홍채의 각 픽셀에서 ****우세한 가버 방향****을 계산하고 컬러 휠 인코딩된 이미지로 렌더링합니다. 각 방향 (0° ~ 180°)은 색상으로 매핑되고, 그 방향이 다른 방향들보다 얼마나 강하게 우세한지가 색상의 채도로 인코딩됩니다.

****해석****

| 색상 패턴 | 기질 의미 |
|-----|-----|
| 전개 스트립의 균일한 수직 (기본 휠에서 마젠타) | 잘 정돈된 방사형 섬유 - 전형적인 신경강건형 패턴 |
| 수평 (청록색) 줄무늬 | 동심 구조 - 수축 고랑, 고리 |
| 소용돌이/얼룩 | 무질서한 기질 - 중간엽 병리형에서 일반적 |
| 저채도 회색 구역 | 우세한 방향 없음 - 고밀도 색소 필드의 전형 |

****오버레이****

- ****방향 히스토그램**** - 전체 홍채에 대한 전역 섬유 방향 분포를 보여주는 원형 히스토그램

- ****구역별 바**** - 각 구역 밴드 아래의 작은 구역별 방향 우위 바
- ****로즈 플롯**** - 2D 극좌표 홍채 뷰의 고전적인 각도 히스토그램

3.11.3 크립트 및 라쿠나 자동 감지

****기능****

크립트 감지기는 3 단계 파이프라인을 사용하여 홍채 기질의 어두운 함몰을 식별합니다:

1. ****전처리**** - 정반사 인페인팅 (§3.11.5) 및 CLAHE 정규화.
2. ****블롭 감지**** - 가우시안 차분 (DoG) 필터가 여러 스케일에서 국소 어두운 최솟값을 플래그 지정합니다.
3. ****형태 검증**** - 각 후보는 타원에 맞춰집니다; 종횡비, 고형도 및 면적은 체질 범위에 대해 확인됩니다. 가장자리 아티팩트(각막 반사, 속눈썹 그림자)는 거부됩니다.

각 감지는 홍채 이미지에 청록색 번호 매기기 윤곽선으로 그려집니다. 세부 패널에는 측정된 속성과 함께 각 크립트가 나열됩니다.

****감지된 속성 (크립트별) ****

| 속성 | 단위 | 비고 |
|----------|--------------------------|----------------------|
| 직경 | mm | §3.3의 측정된 홍채 직경에서 보정 |
| 깊이 (상대적) | 0~1 | 주변 기질 대비 크립트 내부의 어두움 |
| 형태 클래스 | 앞 · 원형 · 벌집 · 어뢰 · 결손 징후 | 종횡비와 고형도에 기반 |
| 구역 | 구역 이름 | 각도 위치에서 도출 |
| 반지름 밴드 | 동공부 · 영양부 · 모양체부 · 주변부 | 정규화된 방사상 위치에 기반 |

****요약 출력****

| 판독값 | 의미 |
|---------------------------|---------------------------|
| **크립트 수 (OD/OS) ** | 눈별 총 감지 수 |
| **형태 분포** | 형태 클래스의 원형 차트 |
| **구역 분포** | 구역당 수의 막대 차트 |
| **대칭 점수** | OD/OS 구역 히스토그램 교차, 0~100% |

****임상 응용****

- ****체질 분류**** - 높은 벌집 패턴 수는 중간엽 병리형의 마커입니다; 콜라레트 주위의 앞/꽃잎 분포는 선 병리형의 특징입니다.
- ****구조화된 보고**** - 감지된 크립트 목록은 PDF 보고서 (§4.3)의 선택적 새 섹션으로 사용 가능하며 JSON 데이터 (§4.5)로 내보낼 수 있습니다.
- ****종단적 추적**** - 구역당 크립트 수는 라쿠나 우세 체질 환자를 위한 연속 스캔 타임라인 (§3.10.6)에 추가됩니다.

> ****참고:**** 자동 감지는 훈련된 시각적 평가를 대체하는 것이 아니라 임상 보조 도구입니다. 0.3mm 보정 크기 임계값 이하의 작은 크립트는 의도적으로 보고되지 않습니다. 경계선 감지에는 신뢰값이 있으며 세부 패널에서 필터링할 수 있습니다.

3.11.4 수축 고랑 (신경 고리) 감지

****기능****

수축 고랑 - ****신경 고리**** 또는 ****경련 고리****라고도 불림 - 은 홍채 모양체 구역의 동심원 홈입니다. 고전 홍채학에서는 신경계 과민성 및 만성 신경근 긴장과 관련됩니다 (§6.2, 식물성-경련성 체질 참조).

감지기는 전개된 홍채 스트립 (§3.11.1)을 수평 어두운 밴드로 스캔하고 측정된 속성과 함께 각 고리로 보고합니다.

****출력****

| 열 | 설명 |
|----------|--------------------|
| 고리 ID | 순차적 (고리 1 = 가장 안쪽) |
| 정규화된 반지름 | 0~1, 동공 → 테두리 |
| 깊이 | 인접 기질과의 어두움 대비 |
| 완전성 | 고리가 확장되는 둘레의 % |
| 시계 시간 범위 | 시작~끝 시계 위치 |

****임상 응용****

- 식물성-경련성 체질 분류에서 사용되는 경련 고리 징후의 객관적 확인.
- 만성 스트레스 또는 자세 긴장의 종단적 모니터링 - 진행성 고리 심화 또는 새 고리 출현은 연구 관찰 마커입니다.

3.11.5 정반사 인페인팅

기능

광원의 각막 반사 – 홍채경 LED 링, 머리 위 조명, 천장 조명 기구 – 는 홍채 이미지와 겹치는 밝은 정반사 점을 생성합니다. 이 점들은 비생물학적 고휘도 이상값을 도입하기 때문에 CLAHE, 가버, LBP, 열지도 및 3D 릴리프 판독을 오염시킵니다.

인페인팅 도구는 결합된 밝기 + 색상 채도 임계값을 사용하여 정반사 영역을 감지한 다음 주변 픽셀에서 시드된 Telea 고속 행진 인페인팅 알고리즘을 사용하여 기본 홍채 텍스처를 재구성합니다.

출력

```
| 뷰 | 표시 |
|----|-----|
| **원본** | 감지된 정반사 영역을 표시하는 빨간색 투명 오버레이가 있는 원시 홍채
이미지 |
| **인페인팅됨** | 정반사 영역이 이웃에서 재구성된 동일한 이미지 |
```

전파

설정 (§8.6)의 **"오버레이에서 인페인팅된 이미지 사용"** 토글 (기본값 꺼짐)은 인페인팅된 이미지를 다른 모든 오버레이 도구 (CLAHE, 열지도, 가버, LBP, 3D 릴리프)의 상위에 적용합니다. 활성화되면 이러한 오버레이는 재구성된 이미지에서 작동하며 세션당 약 30% 추가 계산 비용으로 더 깨끗한 텍스처 메트릭을 생성합니다.

> ****중요:**** 인페인팅은 핵심 분석 파이프라인, 동공/홍채 경계 감지 또는 저장된 스캔 레코드를 변경하지 않습니다. 시각화에만 영향을 미칩니다.

3.11.6 이색증 색터 매핑

기능

이색증 매핑은 전개된 홍채에 걸쳐 LAB 색상 공간에서 ****k-평균 색상 클러스터링****을 수행하고 우세한 색상이 전체 홍채 색상 중심점과 크게 다른 홍채 영역을 식별합니다.

출력은 ****섹터 이색증****의 특징적인 징후인 섹터 색상 비대칭성을 강조하고 각 이탈 섹터의 범위를 정량화합니다.

****출력****

| 판독값 | 의미 |
|-----|-----|
| ****우세 색상 (LAB)**** | 전체 홍채의 참조 색상 |
| ****섹터 수**** | 감지된 이색증 섹터 수 |
| ****섹터별 세부 정보**** | 시계 시간 범위 · 각도 범위(°) · ΔE (지각 색상 거리) ·
구역 지정 |
| ****양안 불일치**** | 중앙 이색증 수(OD vs OS) 플래그 |

결과는 ΔE 값으로 레이블된 각 이색증 섹터 주위에 컬러 윤곽선으로 2D 홍채 이미지에 다시 그려집니다. 보조 전개 뷰는 전체 홍채 둘레에 걸쳐 밴드 맵으로 이색증을 보여줍니다.

****임상 응용****

- ****담즙성/혼합 체질 분류**** - 중앙 이색증은 여러 담즙성 하위 유형의 정의적 특징입니다 (§6.2).
- ****국소 간 구역 색소 감지**** - OD의 7~9시 섹터는 고전적인 간 구역 국소화입니다; 이색증 매핑은 그 범위와 ΔE 를 객관적으로 정량화합니다.
- ****선천성 대 후천성**** - 어린 시절부터 홍채 섹터 비대칭이 있는 환자는 §3.11.7을 통해 과거 이미지를 검토하여 후천적 색소 변화와 구별할 수 있습니다.

3.11.7 양안 구조적 유사도 지수 (SSIM-OD/OS)

****기능****

SSIM(구조적 유사도 지수)은 두 이미지가 밝기, 대비 및 구조 측면에서 얼마나 일치하는지 보고하는 지각적 이미지 유사도 측정입니다. PupilMetrics는 SSIM을 사용하여 양안 홍채 대칭을 정량화합니다. 두 눈을 모두 전개하고 (§3.11.1) OS를 OD 방향에 맞게 미러링한 후, 정렬된 쌍에 대해 윈도우 SSIM 맵이 계산됩니다.

****출력****

| 판독값 | 의미 |

|-----|-----|
| ****전역 SSIM 점수**** | 0~1; > 0.85 = 강한 대칭 · 0.70~0.85 = 중간 · < 0.70 =
비대칭 |
| ****구역별 SSIM**** | 방사형 막대 차트로 구역당 하나씩 8개 SSIM 값 |
| ****차이 맵**** | 컬러 이미지로 렌더링된 픽셀별 SSIM 맵(빨간색 = 낮은 유사성, 녹색 =
높음) |

****임상 응용****

- ****단일 숫자 양안 대칭**** - OD/OS 유사성의 요약 숫자를 원하는 임상가는 전역 SSIM 점수를 시각적 나란히 비교의 연구 수준 보완으로 사용할 수 있습니다.
- ****구역 특이적 비대칭**** - 다른 모든 것이 높은 상태에서 단일 구역의 낮은 SSIM은 FLAT/PROT/ANW 임계값에 의해 개별적으로 포착되지 않을 수 있는 해당 구역의 측면 소견을 플래그 지정합니다.
- ****세션 일관성**** - 동일한 눈의 두 캡처(연속 세션에서) 사이에서 SSIM을 실행하면 객관적인 이미지 품질 및 등록 점수가 제공됩니다; 환자의 스캔 기록 전반에 걸쳐 감소하는 SSIM은 캡처 기술이나 장치 정렬이 벗어나고 있음을 나타냅니다.

3.11.8 Frangi 혈관성 - 섬유 능선 강화

****기능****

원래 망막 혈관 분할을 위해 개발된 ****Frangi 혈관성 필터****는 여러 스케일에서 이미지 헤시안의 고유값 분석을 계산하여 각 픽셀에서 혈관성 확률을 생성합니다. 홍채 이미지에서 동일한 필터는 ****방사형 섬유 구조****와 ****횡단 섬유****를 기질 배경에 대해 강화합니다 - 가버 필터링의 방향적 편향 없이 깨끗한 고대비 섬유 맵을 생성합니다.

****출력****

밝은 능선이 감지된 섬유를 표시하는 회색조 혈관성 맵. 이미지는 사용자 제어 불투명도 슬라이더를 사용하여 원본 홍채에 오버레이됩니다.

****파생 메트릭****

| 메트릭 | 의미 |
|-----|-----|
| ****섬유 커버리지**** | 혈관성 임계값 이상의 모양체 구역 픽셀 비율 |
| ****평균 섬유 두께**** | 감지된 능선의 평균 폭 (mm) |

| ****횡단 섬유 수**** | 횡단 섬유 (비방사상 방향 섬유)의 수 |

****임상 응용****

- 시각적 평가가 어려운 저대비 어두운 홍채의 섬유 밀도 정량화.
- 횡단 섬유 계산 - 횡단 섬유는 특정 체질 마커 (신경강건형)이며 자동 계산은 시각적 평가에 대한 객관적 보완을 제공합니다.

3.11.9 GLCM Haralick 텍스처 패널

****기능****

GLCM(회색 레벨 공동 발생 행렬) 패널은 구역별로 고전적인 Haralick 텍스처 특징을 계산합니다. GLCM은 고정된 공간 오프셋에서 픽셀 값 쌍이 얼마나 자주 발생하는지 정량화하고, Haralick의 파생 특징은 이 행렬을 해석 가능한 숫자로 요약합니다.

****보고되는 특징 (구역별) ****

| 특징 | 의미 |
|----|-----|

- | ****대비**** | 국소 강도 변동 - 섬유성 영역에서 높음 |
- | ****균질성**** | 인접 픽셀 값의 유사성 - 색소 필드에서 높음 |
- | ****에너지**** | 균일성 - 규칙적인 패턴에서 높음, 무작위에서 낮음 |
- | ****엔트로피**** | 무질서 - 무질서한 텍스처에서 높음 |
- | ****상관관계**** | 이웃 간 선형 예측 가능성 - 정돈된 섬유 주행에서 높음 |

8 행 표 (구역당 1 행)는 참조 범위에 대해 색상 코드화된 5개의 Haralick 특징을 보여줍니다. 상단의 레이더 차트는 5개 특징을 5축 프로파일로 시각화합니다.

****임상 응용****

- Haralick 특징은 의료 이미지 분석 문헌에서 가장 널리 발표된 정량적 텍스처 기술자입니다; 이들을 포함하면 PupilMetrics 출력을 외부 연구 데이터셋과 직접 비교할 수 있습니다.
- 가벼운 LBP와 결합하면 GLCM은 기질 변동의 전체 공간을 커버하는 완전한 텍스처 특성화 트리오를 제공합니다.

3.11.10 홍채 서명 및 세션 검증

기능

홍채 서명은 전개된 홍채의 가버 위상 코드(Daugman 홍채 코드)에서 도출된 콤팩트한 생체 인식 지문으로, 스캔 레코드와 함께 로컬로 저장됩니다. 서명은 한 가지 목적으로만 사용됩니다: 로컬 스캔 기록의 두 스캔이 **동일한 생물학적 홍채**에 해당하는지 확인하는 것 – 환자 이름이 잘못 표기되거나 두 환자가 이름을 공유할 때 잘못된 연결을 방지합니다.

저장되는 것

눈당 256 바이트 위상 코드와 256 바이트 마스크. 코드는 사람이 읽을 수 없습니다. 서명에는 **색소, 텍스처 또는 사진 정보가 포함되지 않습니다** – 이는 매칭에만 사용되는 엄격한 이진 코드입니다.

작동 방식

연속 스캔 타임라인 (§3.10.6)이 환자를 위해 열리면 타임라인의 각 스캔은 해밍 거리를 사용하여 가장 최근 스캔과 비교됩니다. 일치하는 스캔은 단일 공유 ID 아래에 그룹화됩니다; Daugman 임계값(0.32)을 초과하는 해밍 거리의 스캔에는 임상의가 조사할 수 있도록 호박색 **"신원 불일치"*** 경고 아이콘이 플래그 지정됩니다.

개인 정보 보호

- 모든 홍채 서명은 **기기에서만 로컬로 저장**됩니다 (§9.5 와 동일한 정책).
- 서명은 **절대 전송되지 않으며**, CNRI 서버로 전송되지 않으며, 어떤 보고서에도 내보내지지 않습니다.
- 서명은 설정의 **"모든 홍채 서명 지우기"*** 버튼으로 한 번에 삭제할 수 있습니다. 스캔 레코드를 삭제하면 관련 서명이 삭제됩니다.
- 서명은 홍채 이미지나 사진을 재구성하기 위해 역변환할 수 없습니다.

> **중요:** 이 기능은 **내부 레코드 연속성 확인 전용**입니다. 생체 인식 식별 시스템이 아니며, 외부 데이터베이스에 연결되지 않으며, 신원 확인, 접근 제어 또는 보안 관련 목적으로 사용해서는 안 됩니다.

3.11.11 다중 프레임 융합 및 초해상도 촬영

기능

품질 게이트가 통과하는 순간 단일 프레임을 캡처하는 대신, 다중 프레임 융합은 약 0.5 초에 걸쳐 **8 프레임 버스트**를 캡처하고 두 가지 보완적인 프로세스를 통해 융합합니다:

1. **이미지 정렬** – 동공 및 콜라레트 랜드마크 세트에 대한 정규화된 상호 상관을 사용하여 각 프레임을 최고 품질 참조 프레임에 서브픽셀 등록합니다.
2. **초해상도 재구성** – 입력 해상도의 최대 2 배에서 가중 평균화, 감소된 센서 노이즈, 억제된 정반사(프레임 간 다수결로 제거) 및 증가된 유효 해상도를 가진 단일 출력 이미지 생성.

활성화 시기

다중 프레임 융합은 카메라 모드 선택기 (§2.2)에서 눈별로 활성화되는 선택적 캡처 모드입니다. 품질 게이트 모드 및 USB / 홍채경 모드에서 사용 가능합니다. PLR 비디오 모드 (§2.6)에서는 사용할 수 없습니다.

트레이드오프

| | | |
|--------|-----------|--|
| 요소 | 단일 프레임 | 다중 프레임 융합 |
| ----- | ----- | ----- |
| 캡처 시간 | 즉시 | 약 0.5 초 |
| 환자 협력 | 최소한 | 0.5 초 안정적 고시 |
| 노이즈 | 센서 노이즈 존재 | 노이즈가 약 $\sqrt{8} \approx 2.8\times$ 감소 |
| 정반사 | 고정 패턴 유지 | 프레임 간 다른 홍채 영역에 떨어지는 경우 반사 감소 |
| 유효 해상도 | 기본 센서 | 기본 최대 $2\times$ |
| 분석 정확도 | 참조 파이프라인 | 동일한 파이프라인; 더 높은 입력 품질이 모든 텍스처 및 릴리프 판독을 개선 |

임상 응용

- 발표 품질 그림을 위한 더 높은 유효 해상도의 Dino-Lite 이미지.
- 가버 / LBP / Frangi 텍스처 도구를 위한 더 깨끗한 입력 – 융합 캡처의 텍스처 메트릭은 세션 간에 상당히 더 안정적입니다.
- 인페인팅 없이 정반사 오염 감소.

> ****참고:**** 융합 이미지와 프레임별 소스 프레임 모두 스캔 레코드에 보존됩니다. 프레임별 세트는 연구 탭에서 검사할 수 있습니다; 융합 이미지는 표준 분석 파이프라인에 공급됩니다.

3.12 PLR 신호 분석 개선

버전 6.1+는 정량적 신호 분석 레이어를 추가하여 PLR 비디오 모드 (§2.6)를 크게 확장합니다. 기존 동공 직경 시계열은 변경되지 않습니다; 새로운 기능은 모두 캡처 후 해당 계열에서 작동합니다.

3.12.1 수축 동역학 – 속도, 진폭, 잠재기

수축 동역학 패널은 직경 추적에서 4 개의 표준 PLR 매개변수를 추출합니다:

| 매개변수 | 기호 | 정의 | 정상 성인 범위 |
|---------------------|------------------|---------------------------------|--------------|
| **잠재기** | T_{L} | 자극 시작부터 첫 번째 감지 가능한 직경 감소까지의 시간 | 200~280 ms |
| **최대 수축 진폭** | ΔD_{max} | 기준 직경과 반응 중 최소 직경의 차이 | 1.0~2.5 mm |
| **최대 수축 속도** | V_{c} | 직경 추적의 1 차 미분 피크 | 3~7 mm/s |
| **수축 지속 시간** | T_{c} | 시작부터 최소 직경까지의 시간 | 700~1,000 ms |

각 값은 정상 성인 참조 범위와 함께 표시되며 범위를 벗어나면 플래그가 지정됩니다. 범위는 §3.2 에서 이미 구현된 연령 표준 테이블을 사용하여 연령 그룹별로 조정 가능합니다.

3.12.2 재산동 시간 (T75)

T75 는 수축 최솟값 이후 동공이 자극 전 기준 직경의 75%로 재산동하는 데 필요한 시간입니다. 동공측정 연구에서 교감신경-부교감신경 균형의 널리 사용되는 마커입니다.

| T75 값 | 해석 |
|---------|------------------|
| < 1.2 초 | 빠른 재산동 – 교감신경 우세 |

| 1.2~2.0 초 | 정상 범위 |
| > 2.0 초 | 느린 재산동 – 부교감신경 우세, 피로 또는 약리학적 영향 |

3.12.3 히푸스 – 자발 진동 감지

****히푸스****는 안정 시 동공 직경의 정상적인 생리적 저주파 진동(일반적으로 0.1~1 Hz)입니다. 증가된 히푸스 진폭은 자율신경 불안정의 연구 관찰 마커입니다.

수축 추적이 정상 상태 기준선으로 안정화된 후(자극 후 약 3 초부터 시작), PupilMetrics 는 다음을 계산합니다:

| 메트릭 | 의미 |
|-----|-----|
| ****히푸스 진폭**** | 피크 투 피크 기준선 진동 진폭, 평균 직경으로 정규화 |
| ****히푸스 주파수**** | 0.05~1.5 Hz 밴드의 우세 주파수 |
| ****히푸스 불규칙성**** | 연속적인 피크 간격의 변동 계수 |

3.12.4 PLR 트레이스의 스펙트럼 (푸리에) 분석

PLR 결과 화면의 ****스펙트럼**** 탭은 기준선 직경 추적의 파워 스펙트럼 밀도를 보여줍니다(Welch 방법, 4 초 윈도우, 50% 오버랩). 스펙트럼은 3 개의 생리적 주파수 범위의 음영 밴드로 그려집니다:

| 밴드 | 범위 | 생리적 연관성 |
|-----|-----|-----|
| 초저주파 | 0.04~0.15 Hz | 체온 조절, 체액 활동 |
| 저주파 | 0.15~0.4 Hz | 교감신경 변조(심박수 LF 의 동공 유사체) |
| 고주파 | 0.4~1.5 Hz | 부교감신경 변조(심박수 HF 의 동공 유사체) |

LF/HF 비율은 단일 연구 관찰 자율신경 균형 프록시로 표시됩니다.

> ****연구 전용 주의 사항.**** 모든 PLR 신호 분석 메트릭은 실험적입니다. 이들은 주변 광, 고시 안정성, 깜박임, 화면 플래시 일관성 및 카메라 프레임 속도에 의해 영향을 받습니다. 발표된 표준 범위는 실험실급 동공측정기를 사용한다고 가정합니다; 모바일 카메라 값은 해당 범위에서 체계적인 오프셋을 보일 수 있습니다. 동일 환자 및 동일 기기 내 종단적 비교에만 사용하십시오.

4. 환자 관리 및 내보내기

4.1 환자 정보 양식

각 스캔 전에 PupilMetrics 는 다음 정보를 수집합니다:

| 필드 | 필수 | 메모 |
|----------------|-----|---|
| **이름** | 예 | 자유 형식 텍스트; 스캔 레코드에 그대로 저장 |
| **나이** | 예 | 정수 연수; 연령 정규화 그룹 선택에 사용 (섹션 3.2) |
| **성별** | 예 | 남성/여성 토글 |
| **주요 호소** | 아니오 | 임상의의 임상 메모용 자유 형식 텍스트 필드; 내보낸 모든 보고서에 나타남 |
| **진료소/클리닉 이름** | 아니오 | 마지막으로 저장된 값에서 사전 입력; SharedPreferences 를 통해 세션 간 유지 |

클리닉 이름 지속성

환자 정보 화면에서 ****계속****을 탭할 때마다 클리닉 이름이 자동으로 저장됩니다. 다음에 양식을 열면 필드에 저장된 값이 사전 입력되어 있으므로 설치당 한 번만 입력하면 됩니다. 지우려면 텍스트를 삭제하고 계속을 탭하십시오.

데이터 범위

환자 레코드는 완전히 로컬 기기에 저장됩니다 – 데이터가 외부 서버로 전송되지 않습니다. Windows 에서 데이터베이스는 앱의 Application Support 디렉토리에 저장됩니다 (일반적으로 `%APPDATA%\cnri\pupilmetrics\bexel_scans.db`). Android 와 iOS 에서는 플랫폼의 샌드박스 스토리지 위치를 사용합니다.

4.2 스캔 기록

완료된 모든 분석은 결과 화면 로딩이 완료되는 순간 자동으로 로컬 SQLite 데이터베이스에 저장됩니다. 수동 저장 작업이 필요하지 않습니다.

스캔 기록 열기

| 플랫폼 | 여는 방법 |
|-----|-------|
| | |

| **Windows** | `Ctrl + H` 키보드 단축키, 또는 결과 화면의 스캔 기록 버튼 |
| **Android / iOS** | 결과 화면의 스캔 기록 버튼 |

스캔당 저장되는 내용

| 필드 | 설명 |
|-----|-----|
| 환자 이름, 성별, 나이 | 환자 정보 양식에서 |
| 주요 호소 | 촬영 시 임상 의 메모 |
| 스캔 날짜/시간 | 분석 완료 시 기록된 UTC 타임스탬프 |
| OD / OS 이미지 경로 | 촬영된 안구 이미지로의 파일 경로 (이미지 자체는 아님) |
| OD / OS 결과 JSON | 전체 분석 결과: PI 비율, 타원성, 이심률, ANW 평가, 구역 소견, 신뢰도 |
| 동공 부동증 JSON | 양측 동공 크기 비교 결과 |
| 연령 정규화 JSON | 연령 그룹, 예상 범위, 측정 직경, 상태 |

레코드 검색

스캔 기록의 검색 바가 환자 이름과 주요 호소 텍스트 모두에 일치합니다. 검색은 실시간 - 입력에 따라 결과가 업데이트됩니다. 모든 결과는 최신순으로 정렬됩니다.

탭

- **홍채 스캔** - 모든 표준 분석 레코드 (양 플랫폼)
- **PLR 테스트** - 동공 광반사 비디오 녹화 (모바일 전용; PLR 비디오 모드에는 스마트폰 플래시가 필요하므로 Windows 데스크톱에서는 이 탭이 숨겨짐)

연속 스캔 타임라인

홍채 스캔 레코드의 **타임라인 아이콘**을 탭하면 해당 환자의 연속 스캔 타임라인이 열립니다. 타임라인은 일치하는 모든 스캔에 걸쳐 OD와 OS의 PI 비율, 타원성, 신뢰도 점수를 시간순으로 표시합니다. 자세한 내용은 섹션 3.10.6을 참조하십시오.

Excel 내보내기

Windows에서 도구 모음의 **Excel** 버튼을 탭하면 전체 스캔 기록을 형식화된 `.xlsx` 스프레드시트로 내보냅니다. 자세한 내용은 섹션 4.8을 참조하십시오.

레코드 삭제

레코드를 왼쪽으로 스와이프 (모바일) 또는 삭제 버튼 사용 (데스크톱)으로 데이터베이스에서 제거합니다. 관련 이미지 파일은 디스크에서 자동으로 삭제되지 않습니다.

4.3 PDF 보고서

PDF 보고서는 주요 내보내기 형식입니다. `pdf` 패키지를 사용하여 기기에서 생성되고 기기의 문서 폴더에 저장됩니다(또는 모바일에서 직접 공유).

생성 방법

분석 결과 화면에서 ****PDF**** 버튼(프린터 아이콘)을 탭합니다. 문서가 조립되는 동안 진행 표시기가 나타난 다음 저장된 파일 경로가 포함된 확인 스낵바가 표시됩니다.

모바일에서 추가 ****공유**** 버튼이 파일을 수락하는 모든 앱(이메일, 클라우드 저장소, 메시징 앱)으로 PDF를 직접 보냅니다.

보고서 내용 (순서)

| 섹션 | 내용 |
|-----|-----|
| 헤더 | 보고서 제목, 앱 버전(v5.3.0), 클리닉 이름 배너(설정된 경우) |
| 환자 정보 | 이름, 성별, 나이, 연령 그룹, 주요 호소 |
| 안구 이미지 | OD 및 OS 사진 나란히(85% JPEG 품질로 ≤ 2000px 너비로 압축) |
| 동공 크기 비교 | 양측 동공 부동증 테이블: OD%, OS%, 차이%, 중증도 레이블 |
| 촬영 거리 지표 | 픽셀 단위의 OD/OS 홍채 직경, 크기 일치%, 거리 일치 상태 |
| 우안 분석 | 등급, PI 비율+레이블, 타원성, 원형도, 이심률; 중증도가 있는 구역 소견(FLAT/PROT/ANW); 동공 형태; ANW 파라미터 |
| 좌안 분석 | 우안과 동일한 구조 |
| 연구 관찰 | 교차 눈 패턴 메모(양측 ANW, 이심률 패턴 등) |
| 관찰자 메모 | 구역 오버레이 대화 상자에 입력된 자유 형식 메모(있는 경우) |
| 허브 추천 | *(허브 모드가 활성화되고 소견이 있는 경우)* 녹색 헤더 섹션: OD/OS 배지, 장기, 상태, 허브 이름 및 참조 수 카운트, 면책 조항이 있는 소견별 카드 |
| 영양 추천 | *(영양 모드가 활성화되고 소견이 있는 경우)* 주황색 헤더 섹션: 주요 영양소, 색상 코드화된 식품 그룹, 첫 번째 장기 지원 메모 |
| 카이로프랙틱 상관 | *(카이로프랙틱 모드가 활성화되고 소견이 있는 경우)* 자주색 헤더 섹션: 척추 세그먼트, 신경근, 아탈구 지표, 운동, 자세 메모 |
| TCM 상관 | *(TCM 모드가 활성화되고 소견이 있는 경우)* 빨간 헤더 섹션: 장기, 요소, 경락 시계, 기능, 증상/처방이 있는 첫 번째 패턴, 보양 식품 |

자연 의학 섹션이 포함되는 조건:

1. 해당 치료 모듈이 설정에서 활성화되어 있음.
2. 분석에서 해당 모달리티에 적용 가능한 홍채 소견이 최소 하나 이상 발견됨.

이를 통해 선택된 치료 시스템만 사용하는 임상의를 위해 PDF가 간결하게 유지됩니다.

****파일 이름 형식****

...

PupilMetrics_<환자이름>_<YYYY-MM-DD_HH-mm>.pdf

...

예: `PupilMetrics_홍길동_2026-03-23_14-35.pdf`

4.4 일반 텍스트 보고서 (TXT)

결과 화면에서 전체 보고서의 일반 텍스트 버전을 생성할 수 있습니다. PDF와 동일한 임상 내용을 포함하지만 EHR 시스템, 이메일 또는 텍스트 편집기에 쉽게 붙여넣을 수 있는 형식으로 되어 있습니다.

TXT 보고서에는 다음이 포함됩니다:

- 양안에 대한 모든 지표 (PI 비율, 타원성, 원형도, 이심률, 구역 소견)
- 전체 ANW 파라미터 섹션 (직경, 둘레, 비율, 섹터 분류)
- 연령 정규화 비교
- 동공 부동증 요약
- 연구 관찰
- 관찰자 메모 (입력된 경우)

TXT 보고서에는 사진이나 치료 추천 섹션이 ****포함되지 않습니다****.

4.5 JSON 데이터 내보내기

JSON 내보내기는 완전한 분석 결과에 대한 기계 판독 가능한 액세스를 제공합니다. 외부 임상 소프트웨어 또는 연구 워크플로우와의 통합을 위해 설계되었습니다.

****최상위 키****

```
``json  
{
```

```

    "date": "ISO 8601 UTC 타임스탬프",
    "practice": "클리닉 이름 (설정된 경우)",
    "person": { "name", "sex", "age", "mainComplaints" },
    "ageNorm": { "ageGroup", "expectedRange", "measuredMm", "status" },
    "anisocoria": { ... },
    "captureMetrics": { "odIrisDiameterPx", "osIrisDiameterPx",
    "sizeMatchPercent", "distanceMatchStatus" },
    "rightEye": { ... 전체 EyeAnalysisResult + anwAssessmentFull ... },
    "leftEye": { ... 전체 EyeAnalysisResult + anwAssessmentFull ... },
    "bilateralANW": { "odRatio", "osRatio", "ratioDifference", "odStatus",
    "osStatus", "hasFunctionalFrustration" },
    "observerNotes": "자유 형식 텍스트 (있는 경우)"
  }
  ...

```

각 눈 객체에는 완전한 `EyeAnalysisResult` 필드 (동공/홍채 반경, 신뢰도, 모든 구역 소견, 이심률, 타원, ANW)에 섹터 수준 세부 정보가 있는 `anwAssessmentFull` 블록이 포함됩니다.

4.6 공유 및 파일링

Windows

PDF 및 TXT 파일은 Windows 문서 폴더에 저장됩니다. 생성 후 확인 스낵바에 전체 파일 경로가 표시됩니다. 파일을 이메일에 첨부하거나 공유 드라이브에 복사하거나 표준 Windows 파일 관리를 통해 클라우드 EMR에 업로드할 수 있습니다.

Android / iOS

****공유**** (PDF 버튼 옆 공유 아이콘)를 탭하면 시스템 공유 시트가 열립니다. PDF를 다음에 직접 보낼 수 있습니다:

- 이메일 (Gmail, Outlook 등)
- 클라우드 스토리지 (Google Drive, iCloud Drive, Dropbox)
- 메시징 앱 (WhatsApp, Telegram 등)
- 인쇄 (iOS의 AirPrint 또는 Android의 네트워크 프린터)

기록에서 PDF 재생성

스캔 기록 (Windows에서 `Ctrl + H`)을 열고 레코드를 탭하면 저장된 모든 분석 데이터로 결과 화면이 다시 열립니다. PDF 버튼은 기록 보기에서 완전히 작동하여 언제든지 보고서를 재생성하거나 공유할 수 있습니다.

4.7 Windows 기본 인쇄

Windows 에서 PupilMetrics 는 Windows 기본 인쇄 다이얼로그를 통해 설치된 모든 프린터에 분석 보고서를 직접 보낼 수 있습니다.

인쇄 방법

분석 결과 화면에서 **인쇄** 버튼 (하단 버튼 행) 을 탭합니다. Windows 기본 인쇄 다이얼로그가 즉시 열립니다. 프린터를 선택하고 필요한 경우 용지 크기와 방향을 조정하면 다음 **인쇄** 를 클릭합니다.

인쇄되는 내용

인쇄물은 화면의 분석 결과를 인쇄 최적화 레이아웃으로 재현합니다:

- 헤더에 환자 이름, 날짜, 클리닉 이름
- OD 및 OS 홍채 이미지를 나란히
- 모든 주요 지표 (PI 비율, 타원성, 이심률, ANW 비율, 동공 부동증, 신뢰도 등급)
- 구역 소견 (FLAT/PROT/ANW) 과 증증도 백분율 및 장기 연관
- 연구 관찰 및 관찰자 메모 (입력된 경우)

인쇄물에는 자연 의학 치료 패널이 **포함되지 않습니다** (필요한 경우 PDF 내보내기 사용). 주석이 달린 홍채 오버레이는 **PNG 저장** 을 통해 인쇄하고 저장된 파일에서 별도로 인쇄할 수 있습니다.

프린터 요구 사항

Windows 에 설치된 모든 프린터 (USB, 네트워크 또는 가상 PDF 프린터) 가 지원됩니다. 최상의 결과를 위해 A4 또는 레터 크기에서 최소 300 DPI 해상도로 인쇄하십시오.

> **팁:** 치료 패널이 포함된 PDF 품질 보고서를 인쇄하려면 먼저 PDF 를 생성하고 (§4.3) PDF 뷰어에서 PDF 를 인쇄하십시오.

4.8 Excel 스캔 기록 내보내기

Windows 에서 전체 스캔 기록을 형식화된 Microsoft Excel 워크북 (`.xlsx`) 으로 내보낼 수 있습니다. 종단적 연구, 진료 기록 보관, 또는 임상 분석 소프트웨어로 데이터 가져오기에 유용합니다.

****내보내기 방법****

스캔 기록 화면(`Ctrl + H`)에서 도구 모음의 ****Excel**** 버튼을 탭합니다. 워크북이 구축되는 동안 진행 표시기가 나타납니다. 완료되면 확인 스낵바에 저장된 파일 경로와 파일을 Excel 에서 직접 여는 ****열기**** 링크가 표시됩니다.

****저장 위치****

...

%USERPROFILE%\Documents\PupilMetrics_History_<YYYY-MM-DD>.xlsx
...

****워크북 구조****

내보내기는 스타일화된 형식의 Syncfusion XlsIO 를 사용합니다:

| 열 | 내용 |
|-----------------------|---------------------------|
| **날짜** | 스캔 날짜/시간 (로컬) |
| **환자 이름** | 환자 정보 양식에 입력된 대로 |
| **나이** | 스캔 시 환자 나이 |
| **성별** | M / F |
| **주요 호소** | 실무자 메모 |
| **OD PI** | 우안 동공-홍채 비율 |
| **OD Elip** | 우안 타원성 |
| **OD 이심률** | 우안 이심률 |
| **OD ANW 비율** | 우안 ANW/윤부 비율 |
| **OD 등급** | 우안 하이브리드 신뢰도 등급 (A/B/C/D) |
| **OD 신뢰도** | 우안 하이브리드 신뢰도 점수 |
| **OS PI** | 좌안 동공-홍채 비율 |
| **OS Elip** | 좌안 타원성 |
| **OS 이심률** | 좌안 이심률 |
| **OS ANW 비율** | 좌안 ANW/윤부 비율 |
| **OS 등급** | 좌안 하이브리드 신뢰도 등급 |
| **OS 신뢰도** | 좌안 하이브리드 신뢰도 점수 |
| **동공 부동증** | OD~OS PI 절대 차이 |
| **동공 부동증 중증도** | 없음 / 경미 / 중간 / 심각 |

****형식****

- ****헤더 행****: 짙은 청록색 배경, 흰색 굵은 텍스트, 스크롤 시에도 헤더가 보이도록 고정 창 적용
- ****데이터 행****: 가독성을 위해 흰색과 밝은 회색을 교대로 톤닝
- ****모든 열****: 콘텐츠에 맞게 자동 너비 조정

> ****주의:**** Excel 내보내기에는 현재 데이터베이스에 있는 모든 스캔 레코드가 포함됩니다 - 환자나 날짜로 필터링되지 않습니다. 하위 집합을 분석하려면 환자 이름 또는 날짜 열에서 Excel의 기본 제공 필터 기능을 사용하십시오.

5. 자연 의학 치료 패널

4 개의 치료 모듈은 핵심 흥채 분석 위에 ****선택적 오버레이****입니다. 각 패널은 분석 파이프라인의 구역 소견 (평탄화, 돌출, ANW 이동)을 가져와 특정 자연 의학 프레임워크에 매핑합니다. 이것들은 해당 모달리티에서 이미 훈련된 면허 있는 임상의를 위한 교육 및 참조 도구입니다.

> ****임상 면책 조항.**** 치료 패널은 교육 참조 자료일 뿐입니다. 의료 조언을 구성하지 않으며 임상적 결정의 유일한 근거로 사용해서는 안 됩니다. 임상이가 어떤 추천의 적용에 대해서만 책임을 집니다.

5.1 치료 모듈 활성화

각 모듈은 ****설정****에서 독립적으로 토글됩니다. 비활성화된 모듈은 패널도 PDF 섹션도 생성하지 않습니다.

| |
|----------------------------|
| 모듈 설정 키 기본값 |
| ----- ----- ----- |
| 허브 추천 허브 모드 꺼짐 |
| 영양 추천 영양 모드 꺼짐 |
| 카이로프랙틱 상관 카이로프랙틱 모드 꺼짐 |
| TCM 상관 TCM 모드 꺼짐 |

임의의 모듈을 켜고 스캔을 실행합니다. 분석에서 적절한 홍채 구역 소견이 발견되면 해당 패널이 결과 화면에 탭(또는 섹션)으로 나타나고 PDF 보고서에 추가됩니다.

5.2 구역 소견이 치료 패널을 구동하는 방식

4 개의 엔진 모두 동일한 홍채 구역 입력 파이프라인을 공유합니다:

****적격 소견 유형****

| 소견 유형 | 배지 | 순위의 가중치 |
|---------------|-----------------|---------------------|
| 평탄화 (열개/소와) | **FLAT** | 중증도 × 1.2 (최고 우선순위) |
| 돌출 (용기 섹터) | **PROT** | 중증도 × 1.0 |
| ANW 이동 (링 변위) | **ANW** | 편차 × 0.8 |

소견은 가중 점수로 순위가 매겨집니다. 각 엔진은 표시되는 카드 수를 제한합니다:

- 허브 엔진: 최대 ****6 개 구역 카드****
- 영양 엔진: 최대 ****6 개 구역 카드****
- 카이로프랙틱 엔진: 최대 ****5 개 구역 카드****
- TCM 엔진: 최대 ****5 개 구역 카드****

구역이 데이터베이스에서 다루지 않는 장기에 매핑된 경우 해당 구역은 자동으로 건너뛴니다. 추천 카드가 생성되지 않습니다.

****OD / OS 레이블링****

모든 카드에 눈 배지(****OD**** = 우안 / ****OS**** = 좌안)가 있어 임상이가 어느 눈이 소견을 생성했는지 알 수 있습니다. 홍채 구역 지도는 양안 사이에서 미러링됩니다: 예를 들어 9 시 구역은 우측 폐(OD)와 좌측 폐(OS); 3 시 구역은 좌측 심장/심막(OS)과 우측 등/홍막(OD)입니다.

5.3 허브 추천 패널

****데이터 소스****

허브 데이터베이스(`assets/therapy/herbal_database.json`)는 5,722 페이지의 CNRI 지식 베이스에서 도출되었습니다. 구조는 다음과 같습니다:

...

상태 이름 → 허브 목록, 각 허브에 참조 수 카운트
...

참조 수 카운트는 해당 상태에 대해 그 허브를 인용한 출처 문서의 수를 반영합니다.
카운트가 높을수록 더 광범위한 교차 참조 지원을 나타냅니다.

****작동 방식****

1. 엔진이 트리거된 홍채 구역과 관련된 장기 키워드를 가져옵니다.
2. 데이터베이스의 모든 상태 이름에 대해 대소문자 구분 없는 접두사 검색을 실행합니다.
3. 구역당 최대 **4 개의 일치 상태**가 반환되며, 각 상태에는 참조 수로 순위가 매겨진 최대 **6 개의 허브**가 있습니다.
4. 구역은 가장 높은 중증도 구역이 먼저 나타나도록 정렬됩니다.

****패널 표시 내용****

각 추천 카드에는 다음이 표시됩니다:

- **눈 배지** (OD/OS) 및 **소견 배지** (FLAT/PROT/ANW)
- **구역 이름** 및 관련 장기 시스템
- 홍채 분석의 **중증도 백분율**
- **일치 상태** - 해당 장기에 관련된 최대 4 개의 상태 이름
- 상태별 **허브 목록** - 허브 이름 + 참조 수 카운트가 칩으로 표시; 칩을 탭하면 소스 참조 목록이 열림
- **증거 메모** - 상위 허브의 총 참조 수

****면책 조항 스트립****

각 허브 카드 하단에 면책 조항이 표시되고 PDF 에도 인쇄됩니다. 허브-약물 상호작용이 존재하며 전문적인 감독이 필요함을 임상자에게 상기시킵니다.

5.4 영양 추천 패널

****데이터 소스****

영양 데이터베이스(`assets/therapy/nutrition_database.json`)는 장기 시스템을 중심으로 구성되어 있으며 각 장기 항목에는 다음이 포함됩니다:

- **주요 영양소** - 해당 장기를 지원하는 것으로 알려진 비타민, 미네랄, 보조 인자
- **색상 코드화된 식품** - 7 가지 식품 색상 (빨강, 주황, 노랑, 초록, 파랑/보라, 흰색, 갈색)으로 그룹화된 식품
- **지원 허브** - 해당 장기에 교차 참조된 요리용 및 약용 허브

- ****장기 지원 메모**** - 식이 접근에 대한 간략한 임상적 근거

****7 색 식이 프레임워크****

색상 시스템은 파이토뉴트리언트 문헌에서 도출되었습니다: 각 색상 그룹은 서로 다른 스펙트럼의 항산화 물질, 플라보노이드, 보조 인자를 제공합니다. 패널은 색상 그룹을 시각적 칩으로 표시하여 임상가가 환자에게 직관적인 쇼핑 가이드를 제공할 수 있습니다.

| | |
|-------|-----------------|
| 색상 그룹 | 대표적인 파이토뉴트리언트 |
| ----- | ----- |
| 빨강 | 리코펜, 안토시아닌 |
| 주황 | 베타카로틴, 헤스페리딘 |
| 노랑 | 루테인, 제아잔틴 |
| 초록 | 클로로필, 설포라판, 엽산 |
| 파랑/보라 | 레스베라트롤, 안토시아닌 |
| 흰색 | 퀘르세틴, 알리신(알리움류) |
| 갈색 | 리그난, 베타글루칸(통곡물) |

****홍채 구역이 여러 장기에 매핑되는 경우**** (예: 허부 기저 구역이 신장 + 부신 + 하지에 매핑) 엔진은 일치하는 모든 장기의 영양소, 식품, 허브 목록을 병합하고 중복을 제거합니다. 각 카드의 `matchedOrgans` 목록에는 어떤 장기가 데이터를 제공했는지 표시됩니다.

****패널 표시 내용****

각 카드에는 다음이 표시됩니다:

- ****구역 및 장기****, 소견 유형 배지, 중증도
- ****주요 영양소**** - 우선순위 순으로 나열
- ****색상-식품 그리드**** - 색상 그룹별 최대 4 개 식품, 색상 칩으로 표시
- ****지원 허브**** - 허브 추천 모듈과 구별되는 작은 허브 칩
- ****장기 지원 메모**** - 식이 초점에 대한 한 문장의 임상적 근거

5.5 카이로프랙틱 상관 패널

****데이터 소스****

척추 세그먼트 데이터는 앱에 직접 컴파일됩니다(런타임에 외부 에셋 파일이 로드되지 않음). 구역-세그먼트 매핑은 ****동공 경계 홍채학 관행****을 따릅니다:

| | |
|---------------------|----------------|
| 홍채 시계 위치 | 척추 영역 |
| ----- ----- | |
| 12 시(상부 중앙) | 상부 경추 C1-C4 |
| 10~11 시 / 1~2 시(상부) | 중부/하부 경추 C4-C7 |
| 9 시 / 3 시(중부) | 상부 흉추 T1-T6 |
| 7~8 시 / 4~5 시(하부) | 하부 흉추 T7-T12 |
| 6 시(하부 기저) | 요추/천골 L1-S3 |

양안 모두 ****동일한 척추****에 매핑됩니다 - 척추는 정중선이므로 동일한 시계 위치의 OD 및 OS 소견은 동일한 척추 레벨을 가리킵니다.

****패널 표시 내용****

각 척추 세그먼트 카드에는 다음이 표시됩니다:

| | |
|---------------------|----------------------------------|
| 섹션 | 내용 |
| ----- ----- | |
| **세그먼트 레이블** | 예: "상부 경추 C1-C4" |
| **척추** | 일반 이름이 있는 개별 척추(예: C1 환추, C2 측추) |
| **신경근** | 해당 레벨에서 나오는 신경근 |
| **지배 구조** | 해당 신경이 공급하는 장기 및 조직 |
| **아탈구 지표** | 이 레벨에서의 고정과 관련된 고전적 증상 |
| **관련 근육** | 이 레벨에서 신경 손상에 일반적으로 관여하는 근육 |
| **교정 접근법** | 해당 영역에 적용 가능한 표준 카이로프랙틱 기술 |
| **운동** | 교정 운동, 스트레칭, 생활 방식 권장 사항 |
| **자세 메모** | 이 척추 영역에 특화된 인체공학 또는 자세 지침 |

****소스****

Winsor(1921) 교감 신경 분절 장애 연구; Cleveland Chiropractic College 신경-장기 차트; Palmer 교과서; Jensen 및 Angerer 홍채학 참고 문헌.

5.6 TCM 상관 패널

****데이터 소스****

TCM 데이터는 앱에 컴파일됩니다(외부 파일 없음). 각 홍채 구역 x 눈 측면 조합이 특정 TCM 장기 시스템 항목에 매핑됩니다. TCM 지도는 눈 측면별로 다릅니다: 예를 들어 중부

측두 구역은 OD 에서 **우측 폐**, OS 에서 **좌측 심장/심막**입니다 - 홍채학 홍채 구역 지도에 이미 존재하는 동일한 구분입니다.

****오행 프레임워크****

각 TCM 장기는 오행(五行) 중 하나에 속합니다:

| 행 | 색상 | 계절 | 기후 | 맛 | 감정 | 감각 기관 |
|----------|-------|-----|----|-----|--------|-------|
| **목(木)** | 초록 | 봄 | 바람 | 신맛 | 분노/좌절 | 눈 |
| **화(火)** | 빨강 | 여름 | 더위 | 쓴맛 | 기쁨/불안 | 혀 |
| **토(土)** | 노랑 | 늦여름 | 습기 | 단맛 | 걱정/과사 | 입 |
| **금(金)** | 흰색/회색 | 가을 | 건조 | 매운맛 | 슬픔/비애 | 코 |
| **수(水)** | 파랑/검정 | 겨울 | 한기 | 짠맛 | 두려움/의지 | 귀 |

행의 색상은 패널 전체에서 카드 강조색으로 사용됩니다.

****패널 표시 내용****

각 TCM 카드에는 다음이 표시됩니다:

| 섹션 | 내용 |
|--------------|--|
| **장기 쌍** | 주요 장기 + 쌍을 이루는 장기(예: 간 ↔ 담낭) |
| **행 바** | 행 이름, 계절, 기후, 감정, 맛, 성질(음/양) |
| **경락 시계** | 최고 2 시간 에너지 윈도우(예: 간: 오전 1~3 시) |
| **경락 기능** | TCM 이론에서의 주요 생리적 역할 |
| **지배** | 지배하는 신체 조직(예: 간은 힘줄, 손발톱, 눈을 지배함) |
| **증후** | 일반적인 TCM 불균형 패턴; 각 패턴에는 증상, 고전 허브 처방, 주요 경혈이 나열됨 |
| **경혈** | 간략한 설명이 있는 주요 지압/침술 포인트 |
| **보양 식품** | TCM 식이 요법에서 이 장기를 기르는 식품 |
| **줄여야 할 식품** | 과도하게 섭취하면 이 장기에 스트레스를 줄 수 있는 식품 |

****불균형 패턴****

각 패턴 카드에는 다음이 표시됩니다:

- 패턴 이름(예: "간기울결", "심혈허")
- 주요 증상 목록 형식
- 고전 처방 이름(예: *소요산*, *천왕보심단*)

- 주요 경혈 (WHO 표준 포인트 코드, 예: LV3, HT7)

****소스****

Maciocia (2005), Deadman & Al-Khafajji (2007), WHO 침술 포인트 표준 (2008), Pitchford, Flaws, 킬림/상해 TCM 텍스트 편집.

5.7 치료 패널 통합 읽기

4 개의 패널은 ****중복이 아닌 보완적****으로 설계되었습니다. 임상가는 다음과 같이 사용할 수 있습니다:

- ****허브 패널**** → 영향받은 장기 시스템에 대해 가장 강한 교차 참조 증거를 가진 특정 식물성 약제 식별
- ****영양 패널**** → 동일한 장기에 대해 7 색 식품 가이드를 사용하여 식이 프로토콜 구축
- ****카이로프랙틱 패널**** → 해당 장기와의 신경 기능적 관여 가능성이 가장 높은 척추 레벨 식별
- ****TCM 패널**** → 오행 이론으로 임상상을 구성하고, 경락 포인트를 선택하고, 고전 처방 추천

4 가지 모두 동일한 홍채 구역 소견에서 가져오므로, 허브 추천을 생성한 것과 동일한 평탄화가 영양, 카이로프랙틱, TCM 패널에도 나타납니다 – 임상가가 단일 홍채 분석 세션에서 일관된 다중 모달리티 프로토콜을 구축할 수 있습니다.

6. 체질 홍채학

체질 홍채학은 장기적인 생리적 경향, 장기 소인, 체질적 건강 패턴을 식별하기 위해 개인의 유전된 홍채 구조를 평가합니다. PupilMetrics 는 Dr. Bryan K. Marcia 의 CCVE 원고에 의해 확장되고 주석된 Josef Deck 박사의 분류 시스템을 구현합니다.

> ****플랫폼 참고:**** 체질 유형 선택기는 ****Windows 데스크톱에서만**** 사용할 수 있습니다. 분석 전에 유형이 선택된 경우 체질 패널과 PDF 섹션은 모든 플랫폼에서 나타납니다.

6.1 배경 및 이론적 기초

체질 홍채학은 독일 홍채학자 Josef Deck 박사로부터 시작되었습니다. 20 세기 중반의 그의 연구는 홍채 구조 패턴을 반복적인 체질 범주로 체계적으로 분류했습니다. 특정 홍채 구역을 특정 장기에 매핑하는 지형적 홍채학과 달리 체질 분류는 홍채 전체의 **전반적인 섬유 질감, 색소 침착 패턴, 구조적 특질**에 초점을 맞춥니다 – 환자의 기본 반응성, 강점, 장기적 감수성을 이해하기 위한 프레임워크를 제공합니다.

이 시스템은 러시아 의사 홍채학자 Sergei Velhover 교수 등에 의해 유럽 및 소련 홍채학 전통에서 더욱 발전되었습니다. Dr. Bryan K. Marcia 의 CCVE 원고 (PupilMetrics 구현의 지식 기반)는 Deck 의 원래 프레임워크와 독일 동종요법 연구를 통합하여 각 체질 유형을 임상 실습에서 문서화된 특정 동종요법 치료약의 친화성과 연결합니다.

****핵심 원칙:**** 체질 유형은 유전된 지형을 설명합니다 – 이는 *경향과 소인*을 나타내며 현재 질병 상태가 아닙니다. 체질 패턴은 오늘날 급성적으로 무엇이 문제인지가 아니라 환자의 생애 동안 어떤 장기 시스템이 모니터링이나 지원이 필요할 수 있는지를 제안합니다. 증상, 병력, 기타 검사 소견과의 임상적 상관관계가 항상 필요합니다.

6.2 34 가지 체질 유형

PupilMetrics 에는 6 개 그룹으로 구성된 34 가지 체질 유형이 포함됩니다:

그룹 1 – 림프성 (8 가지 유형)

림프성 체질은 밝은 눈 집단에서 가장 일반적입니다. 기본 홍채는 일반적으로 명확하게 정의된 실크 같거나 물결 모양의 섬유를 가진 밝은 청회색입니다. 서브유형은 토피 (흰빛의 결합 조직 침착물)의 존재와 특성, 색소 침착, 섬유 배열에 의해 정의됩니다.

| 유형 | 주요 특징 | 주요 경향 |
|--------------------------|-------------------------|---|
| **순수 림프성** | 희박한 색소, 뚜렷한 방사상 섬유 | 림프 율혈, 알레르기, 상기도 카타르, 류마티스 경향 |
| **신경원성 민감성** * (신경림프성) * | 가늘고 팽팽한 "빚질된" 섬유 | CNS 민감성, 편두통, 자율 신경 기능 장애, 신경 과민 |
| **신경원성 강건성** | 2 레벨에 두꺼운 방사상 섬유, 황주 섬유 | 좋은 신경 활력이지만 장막 감수성; 과도한 긴장이 신경 소진으로 이어짐 |

| ****림프성-저형성**** | 비후된 콜라겐, 소와, 흐린 동공 구역 | 소화/흡수 장애, 위 기능 부전, 저항력 저하 |
 | ****수소성-수성**** | 둥글고 명확하게 정의된 흰색-오프화이트 토피 | 강한 알레르기/삼출 경향, 천식, 습진, 날씨 관련 류마티스 |
 | ****수소성-류마티스성**** | 림프 영역에 실 같은 연결이 있는 토피 | 기본 수성보다 더 뚜렷한 류마티스 경향; 장내 세균총 불균형 |
 | ****고전 류마티스**** | 투명한 토피와 실 모양; 인설 변연부 | 삼출성 소인, 연쇄구균 류마티스 그룹, 관절통, 만성 알레르기 |
 | ****류마티스성-요산성**** | 간질 내 강화된 반점 및 실 모양 | 요산 소인; 요산염 결석 경향; 간/신장 요산 대사 장애 |

그룹 2 - 혈액성 (2 가지 유형)

혈액성 체질은 벨벳 같은 질감과 무거운 색소 침착을 가진 균일한 진한 갈색 홍채로 정의됩니다. 혈액 및 대사 장애와 관련됩니다.

| | | |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 유형 | 주요 특징 | 주요 경향 |
| ---- | ----- | ----- |
| **혈액성 I** | 밀도 높은 벨벳 갈색 홍채, 모래 나무 같은 밝은 반점 | 혈액 구성 이상; 간 및 췌장의 대사 장애 |
| **혈액성 II** | 갈색 공막 색소 침착; 내분비 징후 | 동맥경화, 담석, 치질, 정맥염, 갑상선 및 내분비 장애 |

그룹 3 - 담즙성/혼합 (9 가지 유형)

담즙성/혼합 홍채는 더 밝은 간질 위에 산재한 갈색 색소 침착을 보입니다 - 청록색 색조가 있는 밝은 갈색 외관을 만듭니다. 간, 담낭, 담도가 주요 장기 연관입니다.

| | | |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 유형 | 주요 특징 | 주요 경향 |
| ---- | ----- | ----- |
| **고전 담즙성** * (혼합 홍채) * | 밝은 갈색 홍채; 밀도 높은 영양 구역 색소 | 간/담낭 울혈; 소화 오류; 변비, 고창, 혈당 불안정 |
| **철 색소증** | 콜라겐 주변 금갈색/적갈색 색소 | 간 실질 손상; 지방 대사 어려움; 피로; 우울증 |
| **류마티스성-요산성-혈액 장애 1 도** | 중심 이색증; 반점/토피; 간 구역의 경련 고리 | 류마티스 질환; 요산 대사 장애; 위액 분비 불균형 |
| **류마티스성-요산성-혈액 장애 2 도** | 강한 색소 침착; 인설 변연부; 산재한 간 색소 | 증가된 만성 염증 경향 (부비동염, 충수염, 편도선염) |

| **류마티스성-혈액 장애-간성** | 뚜렷한 토피/반점 색소; 간 구역 암색화 | 간 기능 장애와 결합된 만성 류마티스; 장내 세균총 불균형 |
 | **류마티스성-요산성-혈액 장애-간성** | 전체 홍채 색소; 요산 구름; 진행된 반점 | 만성 류마티스, 요산 합병증, 간 및 담도 관여 |
 | **류마티스성-관절성** | 혼합 홍채; 갈색/노란 토피 색소; 변연부 색소 | 관절성 만성 류마티스 질환; 간/신장 대사 불규칙성 |
 | **류마티스성-관절성-혈액 장애성** | 더 강한 토피/반점 색소; 요산 과립 | 퇴행성 관절 질환; 소화 불량; 위액 분비 장애 |
 | **관절성-혈액 장애성-효소 이상성** | 혈액성으로의 전환; 류마티스 반점; 위야 윤곽 | 간, 췌장, 위장관 장애; 고요산, 혈중 지질, 혈당 |

그룹 4 - 병적 체질 (6 가지 유형)

병적 체질은 주요 홍채 색상에 관계없이 열개, 결합 표시 또는 각막 징후로 식별 가능한 유전적 구조적 약점 패턴을 나타냅니다.

| 유형 | 주요 특징 | 주요 경향 |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| ---- | ---- | ---- |
| **선체 병적** | 콜라렛 주변 꽃잎 패턴 열개; 팽창된 콜라렛 | 내분비/외분비선 약점; 당뇨 소인; 불안, 우울증 |
| **면역 병적** | 회색/검은 물질 결합 점; 없거나 끊어진 변연부 | 낮은 면역 저항성; 잦은 감염; 낮은 신체 지구력 |
| **심장 병적** | 변연부 3 시(심장 구역)의 열린 결합 표시 | 선천성 좌심 부전 위험; 심내막염/심근염 감수성 |
| **식물성 경련** * (잠재 강직)* | 경련 고리(원형 수축 고랑); 방사상 주름 | 높은 신경근 긴장; 경련; 편두통; 불안; 저칼슘혈증 |
| **간엽성 병적** * (약한 결합 조직)* | 크고 수많은 열개; 별집 패턴; 불규칙한 콜라렛 | 유전성 결합 조직 약점; 정맥류; 탈출; 척추 아탈구; 골절 |
| **지혈증 병적** | 노인환/콜레스테롤 고리(각막 징후, 홍채 아님) | 높은 혈중 지질; 조기 동맥경화; 뇌졸중 위험; 간/지방 대사 장애 |

그룹 5 - 증후군 (6 가지 유형)

증후군은 정의된 홍채 섹터의 열개 패턴으로 볼 수 있는 특정 장기 쌍을 포함하는 결합된 체질적 표현을 나타냅니다.

| 유형 | 주요 특징 | 주요 경향 |
|------|-------|-------|
| ---- | ---- | ---- |

| ****심-신성**** | 심장과 신장 필드(좌안) 열개; 인설 변연부 | 좌심 + 신부전; 부종; 호흡 곤란; 중년에 시작 |

| ****심-복성**** | 큰 심장 열개; 결장 열개; 비장 굴곡부의 팽창된 콜라렛 | 결장 울혈이 기계적으로 심장에 스트레스; 고창; 심장성 호흡 곤란 |

| ****취장성**** | 취장 섹터와 기관지 구역의 열개 | 다선성 부전; 유전성 기관지 및 취장 약점; 소아 감염 |

| ****간-위성**** | 간 구역 위의 간 색소; 유문에서 간 구역으로의 방사/횡주 선 | 간/담낭 장애; 가능한 미란성 궤양; 황달 경향 |

| ****간-비성**** | 더러운 노란 모양체 색소; 어두운 비장 필드(비장 삼징후) | 비장 비대; 정맥 울혈; 바이러스 감염; 취장 분비 기능 장애 |

| ****간-신성**** | 녹갈황색 "간 홍채"; 간-신 구역의 횡주 선 | 간 및 신장 장애 전 범위; 낮은 식품 내성; 저혈압 |

그룹 6 - 전암성 체질 (3 가지 유형)

전암성 체질은 만성 중독증, 대사 보유, 증가된 신생물 위험과 관련된 유전된 miasmatic 지형을 설명합니다. 이것들은 임상 해석에서 가장 주의가 필요하며 완전한 임상적 맥락 없이는 절대 환자에게 전달해서는 안 됩니다.

| 유형 | 주요 특징 | 주요 경향 |
|-------------------|---|--|
| **개선성** | 소와가 있는 느슨한 모양체 구역; 콜라렛 근처의 개방/폐쇄 열개; 불균등 동공 | 면역계 병리; 알레르기 질환; 피부 발진; 낮은 약물 내성 |
| **매독성** | 어두운 동공 구역; 수축 고랑에서 더 밝은 모양체 구역; 인설 변연부 | 바이러스/박테리아 면역 민감성; 내분비 장애; 사마귀; 관절염 |
| **탄소 질소성** | 어두운 동공 소와; 노란갈색 액성 구역; 인설 변연부; 비장 삼징후 | 탄소/질소 폐기물 축적; 보유 중독증으로 인한 신생물 경향; 동맥경화 |

6.3 체질 유형 선택

체질 유형 선택은 좌우 양쪽 눈 사진이 찍힌 후에 나타나는 ****"양안 촬영 완료"***** 화면에서 수행됩니다. 이 시점에서 임상가는 양안 이미지를 나란히 볼 수 있습니다 - Deck의 시스템은 양쪽 홍채를 함께 평가해야 하므로 체질 평가에 적합한 시점입니다.

****유형을 선택하려면 (Windows 데스크톱만):****

1. 우안 촬영을 완료합니다(2 단계 중 1 단계).

2. 좌안 촬영을 완료합니다. 양쪽 이미지가 있으면 화면 제목이 *****양안 촬영 완료*****로 변경됩니다.
3. 안구 이미지 쌍 아래로 스크롤합니다. *****체질 유형 (선택 사항)*****이라고 레이블된 앰버 테두리 패널이 보입니다.
4. 드롭다운을 클릭하여 엽니다. 유형은 선택 불가능한 그룹 구분선과 함께 그룹별로 구성됩니다.
5. 적절한 유형을 선택합니다. 유형 이름이 드롭다운 아래에 확인됩니다.
6. 분석 및 PDF 에서 체질 섹션을 완전히 생략하려면 드롭다운을 *****없음 (미평가)*****으로 유지합니다.
7. *****양안 분석*****을 탭하여 진행합니다.

> *****세션 지속성***** 선택된 유형은 현재 세션 동안 메모리에 유지됩니다. 양안-촬영-완료 화면으로 다시 이동하면 이전에 선택한 유형이 복원됩니다. 선택은 홈 화면에서 새 스캔 세션이 시작될 때 지워집니다.

*****평가 접근법***** 체질 유형 분류는 경험이 필요하며 이상적으로는 확대경 (세극등 또는 홍채경) 하에서 홍채를 평가해야 합니다. 임상 의는 다음을 고려해야 합니다:

- *****홍채 기본 색상***** - 청회색 → 림프성 그룹; 진한 갈색 → 혈액성; 밝은 갈색/혼합 → 담즙성/혼합
- *****섬유 밀도 및 질감***** - 팽팽한/실크 같은 vs. 느슨한/물결 모양 vs. 열개가 있는 거칠게 짜인
- *****토피 및 반점***** - 결합 조직 침착물의 존재, 정의, 색상
- *****색소 침착 패턴***** - 중심 이색증, 인설 변연부, 간 구역 색소, 산재한 반점
- *****특수 구조***** - 경련 고리, 심장 구역 결합 표시, 노인환/지혈증 고리

체질 그룹은 명확하지만 정확한 서브유형이 불확실한 경우, 복잡한 서브유형을 추측하는 것보다 기본 유형 (예: *순수 림프성*, *고전 담즙성*, *혈액성 I*)을 선택하는 것이 바람직합니다.

6.4 분석 결과의 체질 패널

체질 유형이 선택되면 분석 결과 화면에 *****양측 비교 카드 후, 자연 의학 치료 패널 전*****에 배치된 앰버 테두리의 *****체질 홍채학***** 패널이 나타납니다.

패널에는 3 개의 접을 수 있는 섹션이 포함됩니다:

| 섹션 | 내용 | 기본값 |
|--------------|---|-----|
| **홍채 설명** | 이 체질 유형을 정의하는 홍채 구조 및 색소 침착 특징의 전체 설명 | 펼침 |
| **건강 소인** | 이 체질과 관련된 장기 시스템, 질환 경향, 생리적 패턴의 목록 | 펼침 |
| **동종요법 치료약** | Dr. Marcia의 CCVE 연구에서 이 유형에 대한 체질적 친화성을 가진 독일 동종요법 치료약을 보여주는 칩 태그 | 접힘 |

섹션 헤더를 탭하면 독립적으로 펼치거나 접을 수 있습니다.

> **구역 소견과의 관계:** 체질 패널은 자동 홍채 구역 분석과 독립적입니다. 구역 소견(평탄화, 돌출, ANW 이동)은 현재 또는 획득한 변화를 반영합니다; 체질 유형은 유전된 구조적 지형을 반영합니다. 두 관점은 보완적이며 함께 읽도록 의도됩니다.

6.5 PDF 보고서의 체질 섹션

체질 유형이 선택되면 내보낸 PDF에 양측 ANW(콜라렛) 평가와 자연 의학 치료 섹션 사이에 삽입된 전용 ****체질 홍채학**** 섹션이 포함됩니다.

PDF 섹션은 인쇄에 최적화된 가벼운 레이아웃을 사용합니다:

| 부분 | 모양 |
|----------|---|
| 헤더 바 | 따뜻한 크림 배경 – 굵은 글씨로 체질 이름, 단색 앰버로 그룹 배지 |
| 홍채 설명 | 밝은 파란색 배경, 검은 본문 텍스트 |
| 건강 소인 | 밝은 복숭아색, 검은 대시 목록 |
| 동종요법 치료약 | 밝은 초록색, 진한 초록 텍스트와 테두리의 치료약 칩 |
| 푸터 | 회색 이탤릭체 – **"Josef Deck 박사의 체질 홍채학을 기반으로 함 – 교육 참고용만."** |

체질 유형이 선택되지 않은 경우 이 섹션은 PDF에서 완전히 생략됩니다.

6.6 임상 지침 및 제한 사항

****훈련이 필요합니다.**** 정확한 체질 유형 분류는 홍채학의 공식 훈련이 필요합니다. 체질 홍채학에 익숙하지 않은 임상가는 이 기능을 임상적으로 사용하기 전에 전용 훈련을 완료해야 합니다.

****진단이 아닙니다.**** 체질 패턴은 유전된 경향을 설명하며 진단이 아닙니다. 심장 병적 체질을 가진 환자는 유전된 구조적 소인을 가지고 있습니다 – 반드시 심장 질환이 있는 것은 아닙니다. 체질 소견은 항상 환자의 전체 병력, 증상, 기존 의학적 평가와 함께 해석되어야 합니다.

****동종요법 치료약.**** 각 유형에 나열된 치료약 친화성은 CCVE 연구 기반의 전통적인 독일 동종요법-홍채학 상관관계를 반영합니다. ****교육 참고용만****으로 제공됩니다. 동종요법 처방은 개별화되어 있으며 공식 동종요법 훈련이 필요합니다; 체질 유형 단독으로는 처방을 구성하지 않습니다.

****전암성 체질.**** 개선성, 매독성, 탄소 질소성 유형은 전통적인 체질 홍채학에서 "전암성" 레이블이 붙어 있습니다. 이는 유전된 대사 지형을 설명하며 암의 예측이나 진단이 아닙니다. 이러한 소견은 자격을 갖춘 종양 전문의에 의한 완전한 평가 없이는 ****절대**** 암 위험으로 전달해서는 안 됩니다. 그러한 전달이 무허가 진단 진술을 구성할 수 있는 관할권의 임상가는 특별한 주의를 기울여야 합니다.

****Windows 전용 선택.**** 체질 드롭다운은 Windows 데스크톱에서만 사용할 수 있습니다. Windows 세션 중에 유형이 선택된 경우 체질 패널과 PDF 섹션은 모든 플랫폼에 나타납니다 – 단, 유형은 모바일에서 수정할 수 없습니다.

7. PDF 보고서 내보내기

7.1 PDF 출력에 영향을 미치는 요소

PDF 보고서는 내보내기 버튼을 탭하는 순간에 조립됩니다. 여러 설정이 최종 내용에 영향을 미칩니다:

| 설정 | PDF에 미치는 효과 |
|-----|-----|
| ****PDF에 이미지 포함**** (기본적으로 켜짐) | OD 및 OS 사진이 1 페이지에 나란히 삽입됩니다. 끄면 더 작은 텍스트 전용 문서가 생성됩니다 |
| ****진료소/클리닉 이름**** | 모든 페이지 헤더의 보고서 제목 아래 청록색 배너에 나타납니다 |

| ****언어**** | 보고서 전체 – 섹션 제목, 지표 레이블, 상태 레이블, 소견 설명 – 이
현재 활성 앱 언어로 생성됩니다 |

| ****허브 / 영양 / 카이로프랙틱 / TCM 모드**** | 각 활성화된 모듈이 보고서 끝에
섹션을 추가하지만 적격한 소견이 최소 하나 이상 있는 경우에만 |

| ****PDF 자동 저장****(기본적으로 꺼짐) | 활성화되면 수동 탭 없이 모든 분석 끝에
PDF 가 자동으로 저장됩니다 |

7.2 보고서 언어

PDF 는 내보내기 시 활성 인터페이스 언어를 사용하여 생성됩니다. 지표 이름, 구역 소견
설명, ANW 상태 레이블, 연령 그룹 이름, 치료 섹션 제목을 포함한 모든 현지화 가능한
문자열은 화면 인터페이스와 동일한 현지화 테이블에서 가져옵니다.

지원 언어: 영어, 스페인어, 포르투갈어(브라질), 프랑스어, 독일어, 일본어, 한국어,
이탈리아어.

특정 언어로 보고서를 내보내려면 PDF 버튼을 탭하기 전에 설정에서 앱 언어를
전환합니다. 그 후 즉시 다시 전환할 수 있습니다.

7.3 파일 이름 및 저장 위치

****파일 이름 형식****

````

PupilMetrics\_<환자이름>\_<YYYY-MM-DD\_HH-mm>.pdf

````

환자 이름의 공백은 유지됩니다. 타임스탬프는 현지 시간입니다.

****저장 위치****

| 플랫폼 | 기본 저장 경로 |

|-----|-----|

| ****Windows**** | ` %USERPROFILE%\Documents\PupilMetrics_<이름>_<날짜>.pdf ` |

| ****Android**** | 앱 문서 디렉토리(파일 앱을 통해 접근 가능) |

| ****iOS**** | 앱 문서 디렉토리; 파일, iCloud 등으로 보내려면 공유 사용 |

****자동 저장****

PDF 자동 저장이 활성화되면 분석 완료 직후 파일이 자동으로 기록됩니다. 대화 상자가
나타나지 않습니다. 스냅바가 경로를 확인합니다. 모바일에서는 파일이 로컬에 저장됩니다;
그 후 수동으로 공유할 수 있습니다.

7.4 이미지 압축

이미지가 포함된 경우 PDF 파일 크기를 관리 가능하게 유지하기 위해 각 안구 사진이 삽입 전에 압축됩니다:

- 최대 너비: **2,000 픽셀**
- JPEG 품질: **85%**

매우 큰 홍채경 이미지(예: 전체 5MP 해상도의 Dino-Lite)는 자동으로 다운스케일됩니다. 이를 통해 인쇄 출력에서 임상적 세부 사항의 눈에 띄는 손실 없이 일반적인 PDF 크기가 1~4 MB 범위 내에 유지됩니다.

7.5 PDF 재생성

스캔 기록에 저장된 모든 과거 스캔은 언제든지 PDF를 재생성할 수 있습니다:

1. 스캔 기록을 엽니다(Windows에서 `Ctrl + H`, 또는 스캔 기록 버튼).
2. 스캔 레코드를 탭합니다.
3. 저장된 모든 데이터로 전체 결과 화면이 다시 열립니다.
4. PDF 버튼을 탭하여 새 보고서를 생성합니다.

재생성된 PDF는 설정이 변경된 경우 원래 스캔과 다를 수 있는 **현재** 앱 언어와 **현재** 클리닉 이름 설정을 사용합니다.

8. 설정 및 사용자 지정

설정은 SharedPreferences를 통해 저장되고 앱 재시작 시에도 유지됩니다. Windows에서는 앱 업데이트 후에도 유지됩니다. 전용 설정 화면이 없습니다 – 모든 설정은 **제목 표시줄 메뉴** (Windows) 또는 모바일의 **기본 메뉴**에서 접근 가능합니다.

8.1 전체 설정 참조

카메라 및 촬영

| |
|-------------------------|
| 설정 기본값 옵션/범위 효과 |
| ----- ----- ----- ----- |

| ****기본 카메라**** | Dino-Lite | `dino_lite`, `usb_camera`, `auto_detect` |
카메라 모드 선택기 페이지에서 카메라 소스를 미리 선택 |
| ****기본 줌**** | 1.0x | 1.0x - 4.0x | 표준 카메라가 열릴 때 적용되는 시작 줌 레벨
|

줌 슬라이더는 0.0~1.0의 저장 값을 1.0x~4.0x의 표시 범위에 매핑합니다(공식: `표시 = 1.0 + 저장 × 3.0`). 저장 줌을 0으로 설정 = 1.0x 표시(줌 없음).

보고서 및 PDF

| 설정 | 기본값 | 효과 |
|-----|-----|-----|
| ****PDF 자동 저장**** | 꺼짐 | 모든 분석 끝에 PDF를 자동으로 저장 |
| ****PDF에 이미지 포함**** | 켜짐 | PDF에 OD/OS 사진 삽입; 파일 크기 줄이려면 끄기
|

분석 표시

| 설정 | 기본값 | 효과 |
|-----|-----|-----|
| ****ML 비교 표시**** | 켜짐 | 임상의 참조를 위해 결과 화면에 클래식 CV 결과와 나란히 ML 모델의 원시 출력 값 표시 |
| ****구역 오버레이 표시**** | 켜짐 | 결과 화면의 홍채 사진에서 인터랙티브 극좌표 구역 오버레이 활성화; 구역을 탭하여 소견 세부 정보를 보고 관찰자 메모 추가 |

진료소 정보

| 설정 | 기본값 | 효과 |
|-----|-----|-----|
| ****진료소/클리닉 이름**** | *(비어 있음)* | 여기(또는 환자 정보 양식에서) 입력한 텍스트가 모든 보고서 헤더에서 청록색 배너로 나타남 |

자연 의학 모듈

| 설정 | 기본값 | 효과 |
|-----|-----|-----|
| ****허브 모드**** | 꺼짐 | 허브 추천 패널 및 PDF 섹션 활성화 |
| ****영양 모드**** | 꺼짐 | 7색 식이 영양 패널 및 PDF 섹션 활성화 |
| ****카이로프랙틱 모드**** | 꺼짐 | 카이로프랙틱 척추 상관 패널 및 PDF 섹션 활성화 |
| ****TCM 모드**** | 꺼짐 | 전통 중의학 경락 패널 및 PDF 섹션 활성화 |

4 가지 치료 토글은 모두 독립적입니다. 자신의 진료에 관련된 모달리티만 활성화합니다.

8.2 언어

앱에는 15 개 언어가 제공됩니다. 언어 선택기(Windows 제목 표시줄의 지구 아이콘, 또는 모바일의 기본 메뉴에서 언어 옵션)에서 언어를 변경합니다.

```
| 코드 | 언어 |
|-----|-----|
| `en` | English |
| `es` | Spanish |
| `pt` | Portuguese (Portugal) |
| `pt_BR` | Portuguese (Brazil) |
| `fr` | French |
| `de` | German |
| `it` | Italian |
| `ja` | Japanese |
| `ko` | Korean |
| `zh` | Chinese (Simplified) |
| `ar` | Arabic |
| `hi` | Hindi |
| `pl` | Polish |
| `ru` | Russian |
| `tr` | Turkish |
```

언어 설정은 세션 간에 기억됩니다. PDF 보고서는 내보내기 시 활성 언어를 따릅니다(섹션 7.2 참조).

> ****오른쪽에서 왼쪽으로 쓰는 언어 주의:**** 아랍어(`ar`)는 오른쪽에서 왼쪽으로 텍스트 방향을 사용합니다. 모든 UI 패널과 PDF 섹션은 아랍어 로케일에서 RTL 읽기를 위해 올바르게 미러링됩니다.

8.3 구역 오버레이 및 관찰자 메모

****구역 오버레이 표시****가 켜져 있으면 결과 화면의 흉채 사진에 인터랙티브 극좌표 오버레이가 표시됩니다. 각 시계 시간 섹터는 탭 가능합니다:

- 임의의 구역을 탭하면 해당 구역의 모든 FLAT/PROT/ANW 소견, 관련 장기 시스템, ****관찰자 메모**** 텍스트 필드가 표시되는 세부 패널이 열립니다.
- 탭된 각 구역은 ****`구역 이름 - 장기 시스템`** 형식으로 관찰자 메모 필드에 자동으로 추가**됩니다. 같은 구역을 두 번 탭해도 중복 항목이 생성되지 않습니다.
- 추가 자유 형식 주석은 자동 입력된 항목과 함께 관찰자 메모 필드에 직접 입력할 수 있습니다.

- 관찰자 메모는 "관찰자 메모 / 구역 오버레이" 아래의 TXT 보고서와 PDF 보고서 모두에 명명된 섹션으로 포함됩니다.
- 메모는 세션 로컬 - 세션 간에 데이터베이스에 저장되지 않습니다.

홍채 징후 찾기 (소견 추가)

관찰자 메모 필드 아래의 ****소견 추가**** 패널은 현재 선택된 구역에 대한 구조화된 홍채 징후 관찰을 기록할 수 있게 합니다. 이는 Bexel IRINA 임상 분류 시스템을 기반으로 합니다.

****워크플로우:****

1. 극좌표 오버레이의 임의 구역을 탭합니다 - 구역 이름과 장기 시스템이 표시되고 잠깁니다.
2. 암버색 ****소견 추가**** 헤더를 탭하여 패널을 확장합니다.
3. 드롭다운에서 ****이상 유형****을 선택합니다. 장기별 유형이 목록 상단에 자동으로 나타납니다:

```
| 이상 유형 | 참고 |
|---|---|
| **기질 변화** | 구조적 섬유 변화; 서브유형 선택 |
| **유기 색소 반점** | 색소 침착 퇴적물; 임상 결론 자동 생성 |
| **슬래깅** | 미세 순환/결합 조직 변화; 자동 결론 |
| **독성 방사** | 방사상 고랑 패턴; 서브유형 선택 |
| **이색증** | 색소 침착 변이; 서브유형 선택 |
| **인설 변연부** *(폐 구역만)* | 국소 중독 지표; 자동 결론 |
| **적응 고리/호** *(폐 구역만)* | 기관지 경련 소인; 자동 결론 |
| **자율 신경 환 이상** *(심장 구역만)* | 심혈관 구역의 ANW 불규칙성 |
```

4. 선택된 유형에 ****서브유형****이 있으면 적절한 칩을 탭합니다 (예: *열개*, *총혈성 고랑*, *색터성 과색소침착*).
5. 알려진 임상적 의의가 있는 유형은 홍채학 참조 데이터베이스에서 가져온 자동 ****결론**** 텍스트를 표시합니다.
6. ****메모에 추가****를 탭합니다 - 다음 형식으로 관찰자 메모 필드에 구조화된 항목이 추가됩니다:

...

[구역 이름] 이상 유형 > 서브유형

→ 임상적 결론 텍스트 (해당하는 경우)
...

7. 선택기가 자동으로 재설정되어 다음 구역 소견 준비가 됩니다.

> ****참고:**** 임상 용어 (기질 변화, 열개, 충혈성 고랑 등)는 앱의 표시 언어에 관계없이 표준 홍채학 참조 언어로서 의도적으로 원래의 라틴어/그리스어 형태로 유지됩니다. 패널 UI 레이블 (소견 추가, 이상 유형, 서브유형, 결론, 메모에 추가)은 지원되는 모든 15개 언어로 완전히 현지화되어 있습니다. 추가 장기별 징후 유형은 향후 업데이트에서 데이터베이스에 추가될 예정입니다.

8.4 ML 비교 패널

****ML 비교 표시****가 활성화되면 결과 화면은 각 눈의 기본 분석 카드 아래에 보조 카드를 표시합니다. 이 카드는 ONNX 모델의 원시 출력을 표시합니다:

```
| ML 출력 | 설명 |
|-----|-----|
| PI 비율 (ML) | 모델의 독립적인 동공-홍채 비율 추정 |
| 타원성 (ML) | 모델 타원성 출력 (참고: 현재 모델에서 캘리브레이션 데이터가 거의 일정한 출력을 보임) |
| 이심률 (ML) | 모델 이심률 출력 (동일한 캘리브레이션 주의 사항) |
| ML 타당성 | 하이브리드 신뢰 점수의 ML 구성 요소 |
```

이 패널은 주로 클래식 CV 결과와 나란히 원시 모델 출력을 검사하려는 임상의를 위한 것입니다. 일상적인 임상 사용에서는 부작용 없이 켜진 상태로 유지할 수 있습니다.

8.5 정보 및 지원

제목 표시줄에서 정보 대화 상자에 접근합니다 (Windows: 도움말 메뉴 → 정보):

- 앱 버전
- CNRI 프로토콜 참조
- 저작권 공지 (© 2024-2026 PupilMetrics Research)
- CNRI 웹사이트 및 개인 정보 처리 방침으로의 링크
- 지원 이메일: `helpdesk@cnri.edu`

8.6 고급 연구 툴킷 설정

버전 6.1+에서 도입된 모든 새 도구는 별도로 명시되지 않는 한 기본적으로 꺼져 있습니다. 각 도구는 독립적으로 토글할 수 있습니다.

- | 설정 | 기본값 | 옵션 | 효과 |
- |-----|-----|-----|-----|
- | ****가버 칩 활성화**** | 켜짐 | 켜짐 / 꺼짐 | 분석 결과 화면에서 가버 칩 추가/제거 |
- | ****가버 스케일**** | 4 | 1~6 | 가버 बैं크의 공간 주파수 수 |
- | ****가버 방향**** | 8 | 4, 6, 8, 12 | 가버 बैं크의 방향 수 |
- | ****LBP 칩 활성화**** | 켜짐 | 켜짐 / 꺼짐 | LBP 칩 추가/제거 |
- | ****LBP 반지름**** | 1 | 1, 2, 3 px | LBP 연산자의 이웃 반지름 |
- | ****3D 뷰어 - 기본 팔레트**** | 포토 텍스처 | §3.10.2E 참조 | 3D 릴리프 뷰어의 시작 팔레트 |
- | ****3D 뷰어 - 기본 메시 밀도**** | 중간 (128²) | 낮음 · 중간 · 높음 · 울트라 | 시작 메시 해상도 |
- | ****오버레이에서 인페인팅된 이미지 사용**** | 꺼짐 | 켜짐 / 꺼짐 | 모든 텍스처 오버레이에 정반사 인페인팅된 이미지 사용 |
- | ****크립트 감지기 활성화**** | 꺼짐 | 켜짐 / 꺼짐 | 결과 및 PDF 에서 크립트 자동 감지 및 보고 |
- | ****크립트 감지기 최소 크기**** | 0.3 mm | 0.2~0.8 mm | 보고되는 크립트의 크기 임계값 |
- | ****수축 고랑 감지기**** | 꺼짐 | 켜짐 / 꺼짐 | 신경 고리 자동 감지 |
- | ****홍채 서명 기록**** | 꺼짐 | 켜짐 / 꺼짐 | 세션 검증을 위한 홍채 서명 기록 |
- | ****다중 프레임 융합 기본값**** | 꺼짐 | 켜짐 / 꺼짐 | 기본 캡처 모드에서 다중 프레임 활성화 |
- | ****PLR - 확장 분석**** | 켜짐 | 켜짐 / 꺼짐 | PLR 캡처에서 T75, 히푸스 및 스펙트럼 분석 계산 |

9. 임상 및 법적 면책 조항

9.1 사용 목적

PupilMetrics 는 홍채학, 자연 의학 또는 관련 분야에서 훈련된 면허 있는 의료 임상의를 위한 ****연구 및 교육 도구****입니다. 더 광범위한 임상 평가의 일환으로 홍채 및 동공 특징의 관찰 및 문서화를 지원하도록 설계되었습니다.

PupilMetrics 는 의료 기기가 ****아닙니다****. 어떤 의료 맥락에서도 진단 사용을 위해 어떤 규제 기관(FDA, CE, TGA 또는 동등 기관)에서도 승인, 허가 또는 인증되지 않았습니다.

9.2 의학적 진단이 아님

PupilMetrics 가 생성한 모든 측정, 소견, 보고서 – PI 비율, 타원성, 이심률, 구역 소견, ANW 평가, 동공 부동증 판독, 연령 표준 비교, 하이브리드 신뢰 점수 및 모든 치료 패널 내용 포함 – 는 다음과 같습니다:

- ****관찰적 및 교육적 목적만****
- ****진단적 결론이 아님****
- 면허 있는 의료 또는 allied health 임상과의 ****임상 검사를 대체하지 않음****
- ****어떤 의료 치료도 지도, 변경 또는 대체하도록 의도되지 않음****

이 소프트웨어를 사용하는 임상가는 그 출력과 관련하여 내려지는 모든 임상적 결정에 대해 단독으로 책임집니다.

9.3 치료 패널 면책 조항

각 치료 패널에는 PDF 보고서에도 표시되는 자체 면책 조항이 있습니다:

```
| 패널 | 면책 조항 텍스트 |
|-----|-----|
| **허브** | "허브 제안은 교육 목적으로만 제공됩니다. 사용 전에 자격을 갖춘 의료 임상가와 상담하십시오." |
| **카이로프랙틱** | "카이로프랙틱 정보는 교육 목적으로 제공됩니다. 진단 및 치료를 위해 면허 있는 카이로프랙터와 상담하십시오." |
| **TCM** | "TCM 정보는 교육 목적으로 제공됩니다. 면허 있는 침술사 또는 TCM 임상가와 상담하십시오." |
| **영양** | 식이 정보는 7 색 식이 교육 프레임워크를 따릅니다. 개인의 영양 요구는 다양합니다; 개인화된 지침을 위해 등록 영양사와 상담하십시오. |
```

허브-약물 상호 작용이 존재합니다. 허브 추천은 자격을 갖춘 임상가와 환자의 현재 약물 및 병력을 먼저 검토하지 않고 적용해서는 안 됩니다.

9.4 PLR 비디오 모드

동공 광반사(PLR) 비디오 모드에는 추가적인 연구 전용 면책 조항이 있습니다:

> "결과는 의학적 진단이 아닙니다. 의료 전문가와 상담하십시오."

PLR 분석은 실험적 기능입니다. 속도, 진폭, 잠재기 측정은 주변 조명, 카메라 프레임 속도, 플래시 일관성에 따라 달라집니다. 동공측정에 훈련된 임상만이 완전한 임상상의 한 구성 요소로서만 해석해야 합니다.

9.5 데이터 개인 정보 보호

모든 환자 데이터 – 이름, 나이, 스캔 레코드, 이미지 – 는 **기기에서만 로컬로 저장**됩니다. 환자 데이터는 CNRI 서버, 클라우드 서비스 또는 제 3 자에게 전송되지 않습니다. 라이선스 검증은 머신 생성 라이선스 키와 활성화 상태만 전달합니다; 환자 식별자는 포함되지 않습니다.

임상의는 로컬 데이터 저장 및 내보낸 보고서의 후속 공유가 자신의 관할권에서 적용 가능한 환자 개인 정보 보호법 (HIPAA, GDPR, 호주 개인 정보 보호법 등) 을 준수하는지 확인할 책임이 있습니다.

9.6 이미지 보관

촬영된 안구 이미지는 앱의 로컬 스토리지 디렉토리에 파일로 저장됩니다. 스캔 기록에서 스캔 레코드를 삭제하면 데이터베이스 항목이 제거되지만 이미지 파일이 디스크에서 자동으로 삭제**되지 않습니다** . 환자 데이터를 완전히 제거하려면 임상의가 기기의 파일 시스템에서 관련 이미지 파일도 삭제해야 합니다.

9.7 지식 재산권

홍채 구역 참조 차트 및 임상 임계값 데이터는 Dr. Bryan K. Marcia 의 2004 년 CNRI 참조 차트를 기반으로 합니다. 허브 데이터베이스는 CNRI 지식 베이스 자료에서 도출되었습니다. ONNX 모델 (`cnri_model.onnx`) 은 CNRI 의 독점 소유입니다. 모든 내용은 © 2024-2026 PupilMetrics Research 입니다. 포함된 데이터베이스 또는 모델의 무단 배포, 역공학 또는 추출은 금지됩니다.

9.8 고급 기능의 연구 전용 면책 조항

버전 6.1+에서 추가된 모든 도구는 기존 섹션 9 의 모든 면책 조항을 준수하고 이에 따릅니다. 또한 다음 연구 전용 공지가 고급 툴킷에 특별히 적용됩니다.

****텍스처 분석 도구(가버, LBP, GLCM, Frangi).**** 텍스처 메트릭은 픽셀 강도 및 이미지 기울기 정보에서 계산됩니다. 캡처 조명, 화이트 밸런스 및 카메라 특성에 의해 영향을 받습니다. 값은 동일 환자 및 동일 기기 내에서 종단적으로 해석해야 합니다; 기기 간 및 임상적 간 비교는 PupilMetrics가 수행하지 않는 보정이 필요합니다.

****자동 감지 도구(크립트, 수축 고랑, 이색증 색터).**** 자동 감지는 알고리즘 제안이며 임상 소견이 아닙니다. 모든 감지는 훈련된 임상가가 시각적으로 확인해야 합니다. 보고된 신뢰 임계값 이하의 감지는 정반사 인페인팅이 적용된 후에도 정반사, 속눈썹 그림자 또는 이미지 노이즈로 인한 거짓 양성에 특히 취약합니다.

****홍채 서명 및 세션 검증.**** 홍채 서명 매칭 시스템은 내부 레코드 연결 보조 도구에 불과합니다. 생체 인식 식별 시스템이 아닙니다. 신원 확인, 접근 제어, 보안, 법의학 또는 기타 규제 목적으로 사용해서는 안 됩니다. 서명은 기기에 로컬로 저장됩니다; 전송되지 않으며 내보낼 수 없습니다.

****PLR 신호 분석.**** 수축 동역학, 재산동 시간, 히푸스 및 스펙트럼 매개변수는 실험적인 연구 메트릭입니다. 참조 범위는 실험실급 장비를 사용한 발표된 동공측정 문헌에서 도출됩니다; 모바일 카메라 PLR 캡처는 해당 범위에서 체계적인 오프셋을 생성할 수 있습니다. 절대값은 임상적 의사 결정에 사용해서는 안 됩니다; 환자 내 종단적 비교가 의도된 사용 사례입니다.

****지식 재산권.**** 가버, LBP, Frangi, GLCM 및 SSIM 알고리즘은 공공 도메인 수학적 방법입니다. 특정 매개변수화, 임상 해석 매핑(섬유 밀도 → 체질 유형, LBP 히스토그램 → 림프성/혈액성 분류 등) 및 홍채 서명 구현은 CNRI의 독점 소유이며 © 2024-2026 PupilMetrics Research입니다.

PupilMetrics 사용자 매뉴얼 끝 - 버전 6.1 · CNRI

> 기술 지원을 위해 ****helpdesk@cnri.edu****로 이메일을 보내거나 ****cnri.edu****를 방문하십시오.